Kingdom of Thailand

☞ EDICT OF GOVERNMENT ☜

In order to promote public education and public safety, equal justice for all, a better informed citizenry, the rule of law, world trade and world peace, this legal document is hereby made available on a noncommercial basis, as it is the right of all humans to know and speak the laws that govern them.

TIS 11-2531 (1988) (Thai): PVC insulated copper cables

BLANK PAGE

BRUTUM FULMEN

IGNORANTIA JURIS NON EXCUSAT

PROTECTED BY COPYRIGHT

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
สายไฟฟ้าทองแดง หุ้มด้วยโพลิไวนิลคลอไรด์

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ประเภท ขนาด วัสดุและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยโพลิไวนิลคลอไรด์ ที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 750 โวลต์ ซึ่ง ต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “สายไฟฟ้า”

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุม สายไฟฟ้าทองแดงซึ่งใช้กับตัวนำที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส มีจำนวนแกนตั้งแต่ 1 ถึง 4 แกน (ไม่รวมสายดิน) ที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่ไม่เกิน 60 แฮรตซ์ และไฟฟ้ากระแสตรง แต่ไม่รวมถึงสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยโพลิไวนิลคลอไรด์ ซึ่งมีประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไว้ต่างหากโดยเฉพาะ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 โพลิไวนิลคลอไรด์หรือพีวีซี (polyvinylchloride compound) หมายถึง ส่วนผสมของสารโพลิไวนิลคลอไรด์กับสารอื่นที่ประกอบขึ้นเพื่อให้มีสมบัติตามที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นพลาสโตเมอร์โพลิไวนิลคลอไรด์ หรือมีโคโพลิเมอร์ผสมอยู่ด้วย หรือเป็นส่วนผสมที่ประกอบด้วยสารโพลิไวนิลคลอไรด์และโพลิเมอร์บางตัว ของสารโพลิไวนิลคลอไรด์

2.2 แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด หมายถึง แรงดันไฟฟ้าค่ารากของกำลังสองเฉลี่ย หรือแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงระหว่างแกนกับแกน

หมายเหตุ *1. ในระบบไฟฟ้ากระแสสลับ แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของสายไฟฟ้า ต้องมีค่าอย่างน้อยเท่ากับแรงดันไฟฟ้าระบุของระบบ*

2. ในระบบไฟฟ้ากระแสตรง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของสายไฟฟ้าต้องมีค่าอย่างน้อยเท่ากับ 0.7 เท่าของแรงดันไฟฟ้าระบุของระบบ

3. แรงดันไฟฟ้าปฏิบัติงานของระบบ อาจมีค่าอย่างถาวรเกินแรงดันไฟฟ้าระบุของระบบนั้นได้ร้อยละ 10 ถ้าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของสายไฟฟ้า มีค่าอย่างน้อยเท่ากับแรงดันไฟฟ้าระบุของระบบ สายไฟฟ้านั้นสามารถใช้ในระบบที่แรงดันไฟฟ้าปฏิบัติงานมีค่าสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดร้อยละ 10 ได้

2.3 ตัวนำ หมายถึง ลวดทองแดงมีภาคตัดขวางกลม อาจเป็นเส้นลวดเส้นเดียว หลายเส้นตีเกลียวหรือเป็นกลุ่มของเส้นลวด

2.4 ตัวนำตีเกลียว หมายถึง เส้นลวด 7 เส้นหรือมากกว่าตีเกลียวร่วมศูนย์กลางเดียวกัน

2.5 ฉนวน หมายถึง โพลิไวนิลคลอไรด์ที่ใช้ป้องกันการสัมผัสกันโดยตรงระหว่างตัวนำกับตัวนำหรือสิ่งอื่น

2.6 แกน หมายถึง ตัวนำที่หุ้มด้วยฉนวน

2.7 เปลือก หมายถึง โพลิไวนิลคลอไรด์ที่หุ้มแกนหรือสิ่งห่อหุ้มอื่น หากมีชั้นเดียวเรียกว่า เปลือก หากมี 2 ชั้น เรียกว่า เปลือกในและเปลือกนอก

2.8 สายไฟฟ้า หมายถึง สายตัวนำหุ้มด้วยฉนวน (ตัวนำเดียว ตีเกลียว หรือกลุ่มของเส้นลวด) แกนเดียวหรือหลายแกนรวมกัน และอาจจะมีเปลือกเพื่อความแข็งแรงคงทน หรือไม่มีเปลือกก็ได้

2.9 สายอ่อน (cord) หมายถึง สายไฟฟ้าซึ่งตัวนำแต่ละแกนประกอบด้วยกลุ่มของเส้นลวด เส้นผ่านศูนย์กลางของแกนและของเส้นลวดมีขนาดเล็กพอที่จะทำให้ดัดงอโค้งสายนั้นได้โดยง่าย และมีแกนไม่เกิน 4 แกน (ไม่รวมสายดิน)

2.10 สายแบน หมายถึง สายไฟฟ้าและสายอ่อนจำนวนตั้งแต่ 2 แกนขึ้นไป (ไม่รวมสายดิน) มีเปลือก ลักษณะแบน

2.11 สายแบนคู่ หมายถึง สายอ่อนจำนวน 2 แกนติดกัน (ไม่รวมสายดิน) ไม่มีเปลือก ลักษณะแบน

2.12 สายแกนตีเกลียว หมายถึง สายอ่อนแกนเดียว จำนวนตั้งแต่ 2 สายขึ้นไปบิดรวมกันเข้าเป็นเกลียว ไม่มีเปลือก

2.13 อัตราส่วนของการเวียน หมายถึง อัตราส่วนของความยาวตามแนวแกน (axis) ของการเวียนครบหนึ่งรอบของแกนใดแกนหนึ่งของสายไฟฟ้า หรือลวดเส้นใดเส้นหนึ่งของตัวนำตีเกลียว ต่อค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของวงที่เวียนครบหนึ่งรอบนั้น

2.14 ค่ามัธยฐาน หมายถึง ค่าตรงกลางถ้าจำนวนค่าทั้งหมดเป็นเลขคี่ หรือหมายถึงค่าเฉลี่ยของค่าตรงกลาง 2 ค่า ถ้าจำนวนค่าทั้งหมดเป็นเลขคู่ เมื่อค่าที่ได้จากผลการทดสอบมีหลายค่าและเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย หรือจากน้อยไปหามาก

3. ประเภท

สายไฟฟ้าในมาตรฐานนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด คือ

3.1 ประเภทใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 300 โวลต์

3.2 ประเภทใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 750 โวลต์

4. ขนาด

4.1 ขนาดและรายละเอียดของสายไฟฟ้า ให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 17

ตารางที่ 1 สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนแกนเดียวแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 300 โวลต์
(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร	จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ เส้น/มิลลิเมตร	ความหนาของฉนวน มิลลิเมตร	เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า มิลลิเมตร	ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด เมกะโอห์มกิโลเมตร
0.5	1/0.80	0.6	2.6	0.014 6
1	1/1.13	0.6	2.9	0.011 5
1	7/0.40	0.6	3.1	0.011 0
1.5	1/1.38	0.6	3.2	0.010 0
1.5	7/0.50	0.6	3.4	0.009 4
2.5	1/1.78	0.7	3.8	0.009 2
2.5	7/0.67	0.7	4.1	0.008 4
4	1/2.25	0.8	4.5	0.008 6
4	7/0.85	0.8	4.9	0.007 8
6	7/1.04	0.8	5.6	0.006 6
10	7/1.35	1.0	7.0	0.006 4
16	7/1.70	1.0	8.2	0.005 3
25	7/2.14	1.2	10.0	0.005 1
35	19/1.53	1.2	11.5	0.004 3
50	19/1.78	1.4	13.0	0.004 4
70	19/2.14	1.4	15.0	0.003 7
95	19/2.52	1.6	17.5	0.003 6
120	37/2.03	1.6	19.0	0.003 2
150	37/2.25	1.8	21.5	0.003 3

ตารางที่ 2 สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือก แกนเดียว สายแบน 2 แกน และสายแบน 3 แกน แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 300 โวลต์

(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ	จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ	ความหนาของฉนวน	ความหนาของเปลือก มิลลิเมตร			เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า มิลลิเมตร					ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด
			สายแกนเดียว	สายแบน 2 แกน	สายแบน 3 แกน	สายแกนเดียว	สายแบน 2 แกน		สายแบน 3 แกน		
ตารางมิลลิเมตร	เส้น/มิลลิเมตร	มิลลิเมตร					พิสัยต่ำ	พิสัยสูง	พิสัยต่ำ	พิสัยสูง	เมกะโอห์มกิโลเมตร
0.5	1/0.80	0.6	0.9	0.9	0.9	4.4	3.6 x 5.6	4.4 x 6.8	3.6 x 7.4	4.4 x 9.0	0.014 6
1	1/1.13	0.6	0.9	0.9	0.9	4.8	4.0 x 6.2	4.8 x 7.4	4.0 x 8.4	4.8 x 10.0	0.011 5
1	7/0.40	0.6	0.9	0.9	0.9	5.0	4.0 x 6.4	5.0 x 7.8	4.0 x 8.6	5.0 x 10.5	0.011 0
1.5	1/1.38	0.6	0.9	1.2	1.2	5.2	4.8 x 7.2	5.8 x 8.6	4.8 x 9.8	5.8 x 11.5	0.010 0
1.5	7/0.50	0.6	0.9	1.2	1.2	5.4	4.9 x 7.4	6.0 x 9.2	4.9 x 10.0	6.0 x 12.5	0.009 4
2.5	1/1.78	0.7	0.9	1.2	1.2	5.8	5.4 x 8.4	6.4 x 10.0	5.4 x 11.5	6.4 x 13.5	0.009 2
2.5	7/0.67	0.7	0.9	1.2	1.2	6.2	5.6 x 8.8	6.8 x 10.5	5.6 x 12.0	6.8 x 14.5	0.008 4
4	1/2.25	0.8	0.9	1.2	1.2	6.6	6.0 x 9.8	7.2 x 11.5	6.0 x 13.5	7.2 x 16.0	0.008 6
4	7/0.85	0.8	0.9	1.2	1.2	7.0	6.2 x 10.0	7.6 x 12.0	6.2 x 14.0	7.6 x 16.5	0.007 8
6	7/1.04	0.8	0.9	1.2	1.2	7.6	6.8 x 11.0	8.2 x 13.5	6.8 x 16.0	8.2 x 18.5	0.006 6
10	7/1.35	0.9	0.9	1.2	1.2	8.6	8.0 x 13.5	9.4 x 16.0	8.0 x 19.0	9.4 x 22.0	0.005 9
16	7/1.70	1.0	1.2	1.2	1.4	11.0	9.2 x 16.0	11.0 x 18.5	9.6 x 23.0	11.5 x 26.5	0.005 3
25	7/2.14	1.2	1.2	1.4	-	12.5	11.0 x 19.5	13.0 x 22.5	–	–	0.005 1
35	19/1.53	1.2	1.2	1.4	–	14.0	12.0 x 22.0	14.5 x 25.0	–	–	0.004 3

ตารางที่ 3 สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนเปลือกหลายแกน แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 300 โวลต์

(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ	จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ	ความหนาของฉนวน	ความหนาของเปลือก มิลลิเมตร			เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า มิลลิเมตร			ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด
ตารางมิลลิเมตร	เส้น/มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	2 แกน	3 แกน	4 แกน	2 แกน	3 แกน	4 แกน	เมกะโอห์มกิโลเมตร
0.5	1/0.80	0.6	0.9	0.9	0.9	6.8	7.2	7.8	0.014 6
1	1/1.13	0.6	0.9	0.9	0.9	7.6	8.0	8.6	0.011 5
1	7/0.40	0.6	0.9	0.9	0.9	8.0	8.4	9.0	0.011 0
1.5	1/1.38	0.6	1.2	1.2	1.2	8.8	9.2	10.0	0.010 0
1.5	7/0.50	0.6	1.2	1.2	1.2	9.2	9.6	10.5	0.009 4
2.5	1/1.78	0.7	1.2	1.2	1.2	10.0	10.5	11.5	0.009 2
2.5	7/0.67	0.7	1.2	1.2	1.2	11.0	11.5	12.5	0.008 4
4	1/2.25	0.8	1.2	1.2	1.2	11.5	12.5	13.5	0.008 6
4	7/0.85	0.8	1.2	1.2	1.2	12.5	13.0	14.0	0.007 8
6	7/1.04	0.8	1.2	1.2	1.2	13.5	14.5	15.5	0.006 6
10	7/1.35	0.9	1.2	1.2	1.4	16.0	17.0	19.0	0.005 9
16	7/1.70	1.0	1.4	1.4	1.4	19.0	20.0	22.0	0.005 3
25	7/2.14	1.2	1.4	1.8	1.8	22.5	25.0	27.5	0.005 1
35	19/1.53	1.2	1.4	1.8	1.8	25.5	28.0	30.5	0.004 3

ตารางที่ 4 สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนแกนเดียว แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 750 โวลต์
(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร	จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ เส้น/มิลลิเมตร	ความหนาของฉนวน มิลลิเมตร	เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า มิลลิเมตร	ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด เมกะโอห์มกิโลเมตร
0.5	1/0.80	0.8	3.0	0.017 5
1	1/1.13	0.8	3.3	0.014 1
1	7/0.40	0.8	3.5	0.013 5
1.5	1/1.38	0.8	3.6	0.012 3
1.5	7/0.50	0.8	3.8	0.011 6
2.5	1/1.78	0.8	4.0	0.010 2
2.5	7/0.67	0.8	4.3	0.009 3
4	1/2.25	0.9	4.8	0.009 4
4	7/0.85	0.9	5.2	0.008 5
6	7/1.04	0.9	5.8	0.007 3
10	7/1.35	1.1	7.2	0.006 9
16	7/1.70	1.1	8.4	0.005 7
25	7/2.14	1.3	10.5	0.005 4
35	19/1.53	1.3	11.5	0.004 7
50	19/1.78	1.5	13.5	0.004 6
70	19/2.14	1.5	15.5	0.003 9
95	19/2.52	1.7	18.0	0.003 8
120	37/2.03	1.7	19.5	0.003 4
150	37/2.25	1.9	21.5	0.003 4
185	37/2.52	2.1	24.0	0.003 4
240	61/2.25	2.3	27.0	0.003 3
300	61/2.52	2.5	30.0	0.003 2
400	61/2.85	2.7	33.5	0.003 0
500	61/3.20	3.1	38.0	0.003 1

ตารางที่ 5 สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือก แกนเดียว และสายแบน 2 แกน แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 750 โวลต์

(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ	จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ	ความหนาของฉนวน	ความหนาของเปลือก มิลลิเมตร		เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า มิลลิเมตร			ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด
			สายแกนเดียว	สายแบน 2 แกน	สายแกนเดียว	สายแบน 2 แกน		
						พิสัยต่ำ	พิสัยสูง	
ตารางมิลลิเมตร	เส้น/มิลลิเมตร	มิลลิเมตร						เมกะโอห์มกิโลเมตร
1	1/1.13	0.8	1.0	1.4	5.4	5.2 x 8.0	6.4 x 9.4	0.014 1
1	7/0.40	0.8	1.0	1.4	5.6	5.4 x 8.0	6.6 x 9.8	0.013 5
1.5	1/1.38	0.8	1.0	1.4	5.8	5.6 x 8.4	6.6 x 10.0	0.012 3
1.5	7/0.50	0.8	1.0	1.4	6.0	5.6 x 8.6	7.0 x 10.5	0.011 6
2.5	1/1.78	0.8	1.2	1.4	6.6	5.8 x 9.2	7.2 x 11.0	0.010 2
2.5	7/0.67	0.8	1.2	1.4	7.0	6.2 x 9.6	7.4 x 11.5	0.009 3
4	1/2.25	0.9	1.2	1.4	7.4	6.6 x 10.5	7.8 x 12.5	0.009 4
4	7/0.85	0.9	1.2	1.4	7.8	6.8 x 11.0	8.2 x 13.0	0.008 5
6	7/1.04	0.9	1.4	1.4	8.8	7.4 x 12.0	8.8 x 14.5	0.007 3
10	7/1.35	1.1	1.4	1.5	10.5	8.8 x 15.0	10.5 x 17.0	0.006 9
16	7/1.70	1.1	1.5	1.5	11.5	9.8 x 17.0	11.5 x 19.5	0.005 7
25	7/2.14	1.3	1.5	1.6	13.5	11.5 x 20.5	13.5 x 23.5	0.005 4
35	19/1.53	1.3	1.6	1.7	15.0	13.0 x 23.0	15.0 x 26.5	0.004 7

ตารางที่ 6 สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกแกนเดียว แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 750 โวลต์

(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร	จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ เส้น/มิลลิเมตร	ความหนาของฉนวน มิลลิเมตร	ความหนาของเปลือก มิลลิเมตร	เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า มิลลิเมตร	ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด เมกะโอห์มกิโลเมตร
1	1/1.13	1.5	1.8	8.6	0.020 7
1	7/0.40	1.5	1.8	8.8	0.020 0
1.5	1/1.38	1.5	1.8	9.0	0.018 4
1.5	7/0.50	1.5	1.8	9.2	0.017 5
2.5	1/1.78	1.5	1.8	9.4	0.015 7
2.5	7/0.67	1.5	1.8	9.8	0.014 6
4	1/2.25	1.5	1.8	10.0	0.013 5
4	7/0.85	1.5	1.8	10.5	0.012 4
6	7/1.04	1.5	1.8	11.0	0.010 7
10	7/1.35	1.5	1.8	12.0	0.008 8
16	7/1.70	1.5	1.8	13.0	0.007 4
25	7/2.14	1.5	1.8	14.5	0.006 1
35	19/1.53	1.5	1.8	16.0	0.005 3
50	19/1.78	1.5	1.8	17.0	0.004 6
70	19/2.14	1.5	1.8	19.0	0.003 9
95	19/2.52	1.7	1.8	21.5	0.003 8
120	37/2.03	1.7	1.8	23.0	0.003 4
150	37/2.25	1.9	2.0	26.0	0.003 4
185	37/2.52	2.1	2.0	28.0	0.003 4
240	61/2.25	2.3	2.2	31.5	0.003 3
300	61/2.52	2.5	2.2	35.0	0.003 2
400	61/2.85	2.7	2.2	38.5	0.003 0
500	61/3.20	3.1	2.4	43.0	0.003 1

ตารางที่ 7 สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวน เปลือกใน และเปลือกนอก หลายแกน แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 750 โวลต์

(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร	จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ เส้น/มิลลิเมตร	ความหนาของฉนวน มิลลิเมตร	ความหนาของเปลือกใน มิลลิเมตร			ความหนาของเปลือกนอก มิลลิเมตร			เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า มิลลิเมตร			ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด เมกะโอห์มกิโลเมตร
			2 แกน	3 แกน	4 แกน	2 แกน	3 แกน	4 แกน	2 แกน	3 แกน	4 แกน	
1	1/1.13	0.8	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	12.0	12.5	13.5	0.014 1
1	7/0.40	0.8	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	12.5	13.0	14.0	0.013 5
1.5	1/1.38	0.8	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	12.5	13.0	14.0	0.012 3
1.5	7/0.50	0.8	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	13.0	13.5	14.5	0.011 6
2.5	1/1.78	0.8	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	13.5	14.0	15.0	0.010 2
2.5	7/0.67	0.8	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	14.0	15.0	16.0	0.009 3
4	1/2.25	0.9	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	15.0	15.5	17.0	0.009 4
4	7/0.85	0.9	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	15.5	16.5	17.5	0.008 5
6	7/1.04	0.9	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	17.0	18.0	19.0	0.007 3
10	7/1.35	1.1	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	2.0	19.5	20.5	23.0	0.006 9
16	7/1.70	1.1	0.8	1.2	1.2	2.0	2.0	2.0	22.5	24.5	26.5	0.005 7
25	7/2.14	1.3	1.2	1.2	1.2	2.0	2.0	2.0	27.0	28.5	31.0	0.005 4
35	19/1.53	1.3	1.2	1.2	1.5	2.0	2.0	2.2	29.5	31.5	35.0	0.004 7
50	19/1.78	1.5	1.2	1.5	1.5	2.2	2.2	2.2	33.5	36.0	39.5	0.004 6
70	19/2.14	1.5	1.5	1.5	1.5	2.2	2.2	2.4	38.0	40.5	44.5	0.003 9
95	19/2.52	1.7	1.5	1.5	1.8	2.2	2.4	2.6	42.5	46.0	51.5	0.003 8
120	37/2.03	1.7	1.5	1.8	1.8	2.4	2.6	2.8	46.5	50.5	56.0	0.003 4
150	37/2.25	1.9	1.8	1.8	2.0	2.6	2.8	3.0	52.0	56.0	62.0	0.003 4
185	37/2.52	2.1	1.8	2.0	2.0	2.8	3.0	3.2	57.0	61.5	68.0	0.003 4
240	61/2.25	2.3	2.0	2.0	2.2	3.0	3.2	3.4	64.0	69.0	76.5	0.003 3
300	61/2.52	2.5	2.0	2.2	2.2	3.2	3.4	3.8	70.5	76.0	85.0	0.003 2

ตารางที่ 8 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน เปลือกใน และเปลือกนอก 3 แกน มีสายกลาง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 750 โวลต์

(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร		จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ เส้น/มิลลิเมตร		ความหนาของฉนวน มิลลิเมตร		ความหนาของเปลือกใน	ความหนาของเปลือกนอก	เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า	ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด
สายไฟ	สายกลาง	สายไฟ	สายกลาง	สายไฟ	สายกลาง	มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	เมกะโอห์มกิโลเมตร
6	4	7/1.04	7/0.85	0.9	0.9	0.8	1.8	19.0	0.007 3
10	6	7/1.35	7/1.04	1.1	0.9	0.8	2.0	23.0	0.006 9
16	10	7/1.70	7/1.35	1.1	1.1	1.2	2.0	26.5	0.005 7
25	16	7/2.14	7/1.70	1.3	1.1	1.2	2.0	31.0	0.005 4
35	16	19/1.53	7/1.70	1.3	1.1	1.5	2.2	35.0	0.004 7
50	25	19/1.78	7/2.14	1.5	1.3	1.5	2.2	39.5	0.004 6
70	35	19/2.14	19/1.53	1.5	1.3	1.5	2.4	44.5	0.003 9
95	50	19/2.52	19/1.78	1.7	1.5	1.8	2.6	51.5	0.003 8
120	70	37/2.03	19/2.14	1.7	1.5	1.8	2.8	56.0	0.003 4
150	70	37/2.25	19/2.14	1.9	1.5	2.0	3.0	62.0	0.003 4
185	95	37/2.52	19/2.52	2.1	1.7	2.0	3.2	68.0	0.003 4
240	120	61/2.25	37/2.03	2.3	1.7	2.2	3.4	76.5	0.003 3
300	150	61/2.52	37/2.25	2.5	1.9	2.2	3.8	84.5	0.003 2

หมายเหตุ สีของฉนวนที่ใช้แสดงแกนซึ่งทำหน้าที่เป็นสายกลาง ให้ใช้สีเทาอ่อน

ตารางที่ 9 สายอ่อนหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกหลายแกน แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 750 โวลต์

(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร	จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ เส้น/มิลลิเมตร	ความหนาของฉนวน มิลลิเมตร	ความหนาของเปลือก มิลลิเมตร				เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า มิลลิเมตร				ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด เมกะโอห์มกิโลเมตร
			แกนเดียว	2 แกน	3 แกน	4 แกน	แกนเดียว	2 แกน	3 แกน	4 แกน	
0.5	16/0.20	0.8	1.0	1.2	1.2	1.4	5.4	8.8	9.2	10.5	0.016 0
0.75	24/0.20	0.8	1.0	1.2	1.2	1.4	5.6	9.2	9.6	11.0	0.014 0
1	32/0.20	0.8	1.2	1.2	1.4	1.6	6.2	9.6	10.5	12.0	0.012 7
1.5	30/0.25	0.8	1.2	1.4	1.4	1.6	6.6	11.0	11.5	12.5	0.011 1
2.5	50/0.25	0.8	1.2	1.4	1.4	1.6	7.4	12.5	13.0	15.0	0.009 2
4	56/0.30	0.9	1.4	1.6	1.6	1.8	8.6	14.5	15.5	17.0	0.008 4
6	84/0.30	0.9	1.4	1.6	1.8	2.0	9.4	16.0	17.5	19.5	0.007 1
10	80/0.40	1.1	1.8	1.8	2.0	2.2	12.0	20.0	21.5	24.0	0.006 8
16	126/0.40	1.1	1.8	2.2	2.4	2.6	13.5	23.0	25.0	28.0	0.005 0
25	196/0.40	1.3	2.2	2.4	2.6	2.8	16.0	27.5	30.0	33.0	0.004 8
35	276/0.40	1.3	2.2	2.6	2.8	3.1	17.5	31.0	33.5	37.0	0.004 1
50	396/0.40	1.5	2.6	–	–	–	21.0	–	–	–	0.004 0
70	360/0.50	1.5	2.6	–	–	–	23.0	–	–	–	0.003 4
95	475/0.50	1.7	3.0	–	–	–	26.5	–	–	–	0.003 4

ตารางที่ 10 สายแกนตีเกลียวและสายแบนคู่ แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 300 โวลต์
(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร	จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ เส้น/มิลลิเมตร	ความหนาของฉนวน มิลลิเมตร	เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า มิลลิเมตร			ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด เมกะโอห์มกิโลเมตร
			สายแกนตีเกลียว	สายแบนคู่		
				พิสัยต่ำ	พิสัยสูง	
0.5	16/0.20	0.8	3.2	2.4 x 4.9	3.2 x 6.2	0.016 0
0.5	28/0.15	0.8	3.2	2.4 x 4.8	3.2 x 6.2	0.016 0
0.75	24/0.20	0.8	3.4	2.6 x 5.2	3.4 x 6.6	0.014 0
0.75	42/0.15	0.8	3.4	2.6 x 5.2	3.4 x 6.6	0.014 0
1	32/0.20	0.8	3.6	2.8 x 5.6	3.6 x 7.0	0.012 7
1.5	30/0.25	0.8	3.9	3.0 x 6.0	3.9 x 7.6	0.011 1
2.5	50/0.25	0.8	4.8	3.5 x 7.0	4.8 x 9.4	0.009 2

ตารางที่ 11 สายแบน 2 แกน และ 3 แกน มีสายดิน แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 300 โวลต์

(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร		จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ เส้น/มิลลิเมตร		ความหนาของฉนวน มิลลิเมตร		ความหนาของเปลือก มิลลิเมตร		เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า มิลลิเมตร				ความต้านทานของฉนวน ที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด เมกะโอห์มกิโลเมตร
								สายแบน 2 แกน		สายแกน 3 แกน		
สายไฟ	สายดิน	สายไฟ	สายดิน	สายไฟ	สายดิน	สายแบน 2 แกน	สายแบน 3 แกน	พิสัยต่ำ	พิสัยสูง	พิสัยต่ำ	พิสัยสูง	
1	1	1/1.13	1/1.13	0.6	0.6	0.9	0.9	4.0 x 8.4	4.8 x 10.0	4.0 x 10.5	4.8 x 12.5	0.011 5
1	1	7/0.40	7/0.40	0.6	0.6	0.9	0.9	4.0 x 8.6	5.0 x 10.5	4.0 x 11.0	5.0 x 13.5	0.011 0
1.5	1	1/1.38	1/1.13	0.6	0.6	1.2	1.2	4.8 x 9.4	5.8 x 11.5	4.8 x 12.0	5.8 x 14.0	0.010 0
1.5	1	7/0.50	7/0.40	0.6	0.6	1.2	1.2	4.9 x 9.8	6.0 x 12.0	4.9 x 12.5	6.0 x 15.0	0.009 4
2.5	1.5	1/1.78	1/1.38	0.7	0.6	1.2	1.2	5.4 x 10.5	6.4 x 13.0	5.4 x 14.0	6.4 x 16.5	0.009 2
2.5	1.5	7/0.67	7/0.50	0.7	0.6	1.2	1.2	5.6 x 11.5	6.8 x 14.0	5.6 x 14.5	6.8 x 17.5	0.008 4
4	2.5	1/2.25	1/1.78	0.8	0.6	1.2	1.2	6.0 x 12.5	7.2 x 15.0	6.0 x 16.0	7.2 x 19.0	0.008 6
4	2.5	7/0.85	7/0.67	0.8	0.6	1.2	1.2	6.2 x 13.0	7.6 x 16.0	6.2 x 17.5	7.6 x 20.5	0.007 8
6	4	7/1.04	7/0.85	0.8	0.6	1.2	1.2	6.8 x 15.0	8.2 x 17.5	6.8 x 19.5	8.2 x 22.5	0.006 6
10	4	7/1.35	7/0.85	0.9	0.6	1.2	1.2	8.0 x 17.0	9.4 x 20.0	8.0 x 22.5	9.4 x 26.0	0.005 9
16	6	7/1.70	7/1.04	1.0	0.6	1.2	1.4	9.2 x 20.0	11.0 x 23.0	9.6 x 27.5	11.0 x 31.5	0.005 3
25	6	7/2.14	7/1.04	1.2	0.6	1.4	-	11.0 x 24.0	13.0 x 27.0	-	-	0.005 1
35	10	19/1.53	7/1.35	1.2	0.6	1.4	-	12.0 x 27.0	14.5 x 31.0	-	-	0.004 3

ตารางที่ 12 สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือก หลายแกน มีสายดิน แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 300 โวลต์
(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร		จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ เส้น/มิลลิเมตร		ความหนาของฉนวน มิลลิเมตร		ความหนาของเปลือก มิลลิเมตร			เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า มิลลิเมตร			ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด
สายไฟ	สายดิน	สายไฟ	สายดิน	สายไฟ	สายดิน	2 แกน	3 แกน	4 แกน	2 แกน	3 แกน	4 แกน	เมกะโอห์มกิโลเมตร
1	1	1/1.13	1/1.13	0.6	0.6	0.9	0.9	0.9	8.0	8.6	9.2	0.011 5
1	1	7/0.40	7/0.40	0.6	0.6	0.9	0.9	0.9	8.4	9.0	9.8	0.011 0
1.5	1	1/1.38	1/1.13	0.6	0.6	1.2	1.2	1.2	9.2	10.0	11.0	0.010 0
1.5	1	7/0.50	7/0.40	0.6	0.6	1.2	1.2	1.2	9.6	10.5	11.5	0.009 4
2.5	1.5	1/1.78	1/1.38	0.7	0.6	1.2	1.2	1.2	10.5	11.5	12.5	0.009 2
2.5	1.5	7/0.67	7/0.50	0.7	0.6	1.2	1.2	1.2	11.5	12.5	13.5	0.008 4
4	2.5	1/2.25	1/1.78	0.8	0.6	1.2	1.2	1.2	12.5	13.5	14.5	0.008 6
4	2.5	7/0.85	7/0.67	0.8	0.6	1.2	1.2	1.2	13.0	14.0	15.5	0.007 8
6	4	7/1.04	7/0.85	0.8	0.6	1.2	1.2	1.2	14.5	15.5	17.0	0.006 6
10	4	7/1.35	7/0.85	0.9	0.6	1.2	1.2	1.4	16.0	18.5	20.5	0.005 9
16	6	7/1.70	7/1.04	1.0	0.6	1.4	1.4	1.4	19.0	22.0	24.5	0.005 3
25	6	7/2.14	7/1.04	1.2	0.6	1.4	1.8	1.8	22.5	27.5	30.0	0.005 1
35	10	19/1.53	7/1.35	1.2	0.6	1.4	1.8	1.8	25.5	30.5	33.5	0.004 3

ตารางที่ 13 สายแบน 2 แกน มีสายดิน แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 750 โวลต์
(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร		จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ เส้น/มิลลิเมตร		ความหนาของฉนวน มิลลิเมตร		ความหนาของเปลือก	เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า มิลลิเมตร		ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด
สายไฟ	สายดิน	สายไฟ	สายดิน	สายไฟ	สายดิน	มิลลิเมตร	พิสัยต่ำ	พิสัยสูง	เมกะโอห์มกิโลเมตร
1	1	1/1.13	1/1.13	0.8	0.6	1.4	5.2 x 10.0	6.4 x 12.0	0.014 1
1	1	7/0.40	7/0.40	0.8	0.6	1.4	5.4 x 10.0	6.6 x 12.5	0.013 5
1.5	1	1/1.38	1/1.13	0.8	0.6	1.4	5.6 x 10.5	6.6 x 12.5	0.012 3
1.5	1	7/0.50	7/0.40	0.8	0.6	1.4	5.6 x 11.0	7.0 x 13.0	0.011 6
2.5	1.5	1/1.78	1/1.38	0.8	0.6	1.4	5.8 x 11.5	7.2 x 14.0	0.010 2
2.5	1.5	7/0.67	7/0.50	0.8	0.6	1.4	6.2 x 12.0	7.4 x 14.5	0.009 3
4	2.5	1/2.25	1/1.78	0.9	0.6	1.4	6.6 x 13.0	7.8 x 15.5	0.009 4
4	2.5	7/0.85	7/0.67	0.9	0.6	1.4	6.8 x 14.0	8.2 x 16.5	0.008 5
6	4	7/1.04	7/0.85	0.9	0.6	1.4	7.4 x 15.5	8.8 x 18.5	0.007 3
10	4	7/1.35	7/0.85	1.1	0.6	1.5	8.8 x 18.5	10.5 x 21.5	0.006 9
16	6	7/1.70	7/1.04	1.1	0.6	1.5	9.8 x 21.0	11.5 x 24.5	0.005 7
25	6	7/2.14	7/1.04	1.3	0.6	1.6	11.5 x 24.5	13.5 x 28.0	0.005 4
35	10	19/1.53	7/1.35	1.3	0.6	1.7	13.0 x 28.0	15.0 x 32.0	0.004 7

ตารางที่ 14 สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวน เปลือกใน และเปลือกนอก หลายแกน มีสายดิน แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 750 โวลต์
(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร		จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ เส้น/มิลลิเมตร		ความหนาของฉนวน มิลลิเมตร		ความหนาของเปลือกใน มิลลิเมตร			ความหนาของเปลือกนอก มิลลิเมตร			เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า มิลลิเมตร			ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด
สายไฟ	สายดิน	สายไฟ	สายดิน	สายไฟ	สายดิน	2 แกน	3 แกน	4 แกน	2 แกน	3 แกน	4 แกน	2 แกน	3 แกน	4 แกน	เมกะโอห์มกิโลเมตร
1	1	1/1.13	1/1.13	0.8	0.6	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	12.5	13.5	14.0	0.014 1
1	1	7/0.40	7/0.40	0.8	0.6	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	13.0	14.0	14.5	0.013 5
1.5	1	1/1.38	1/1.13	0.8	0.6	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	13.0	14.0	15.0	0.012 3
1.5	1	7/0.50	7/0.40	0.8	0.6	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	13.5	14.5	15.5	0.011 6
2.5	1.5	1/1.78	1/1.38	0.8	0.6	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	14.0	15.0	16.0	0.010 2
2.5	1.5	7/0.67	7/0.50	0.8	0.6	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	15.0	16.0	17.0	0.009 3
4	2.5	1/2.25	1/1.78	0.9	0.6	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	15.5	17.0	18.0	0.009 4
4	2.5	7/0.85	7/0.67	0.9	0.6	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	16.5	17.5	19.0	0.008 5
6	4	7/1.04	7/0.85	0.9	0.6	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	1.8	18.0	19.0	20.5	0.007 3
10	4	7/1.35	7/0.85	1.1	0.6	0.8	0.8	0.8	1.8	1.8	2.0	19.5	22.5	25.0	0.006 9
16	6	7/1.70	7/1.04	1.1	0.6	0.8	1.2	1.2	2.0	2.0	2.0	22.5	26.5	28.5	0.005 7
25	6	7/2.14	7/1.04	1.3	0.6	1.2	1.2	1.2	2.0	2.0	2.0	27.0	31.0	33.5	0.005 4
35	10	19/1.53	7/1.35	1.3	0.6	1.2	1.2	1.5	2.0	2.0	2.2	29.5	34.0	38.5	0.004 7
50	10	19/1.78	7/1.35	1.5	0.6	1.2	1.5	1.5	2.2	2.2	2.2	33.5	36.0	43.0	0.004 6
70	10	19/2.14	7/1.35	1.5	0.6	1.5	1.5	1.5	2.2	2.2	2.4	38.0	40.5	44.5	0.003 9
95	16	19/2.52	7/1.70	1.7	0.6	1.5	1.5	1.8	2.2	2.4	2.6	42.5	46.0	51.5	0.003 8
120	16	37/2.03	7/1.70	1.7	0.6	1.5	1.8	1.8	2.4	2.6	2.8	46.5	50.5	56.0	0.003 4
150	25	37/2.25	7/2.14	1.9	0.6	1.8	1.8	2.0	2.6	2.8	3.0	52.0	56.0	62.0	0.003 4
185	25	37/2.52	7/2.14	2.1	0.6	1.8	2.0	2.0	2.8	3.0	3.2	57.0	61.5	68.0	0.003 4
240	35	61/2.25	19/1.53	2.3	0.6	2.0	2.0	2.2	3.0	3.2	3.4	64.0	69.0	76.5	0.003 3
300	35	61/2.52	19/1.53	2.5	0.6	2.0	2.2	2.2	3.2	3.4	3.8	70.5	76.0	84.5	0.003 2

ตารางที่ 15 สายอ่อนหุ้มด้วยฉนวนและเปลือก หลายแกน มีสายดิน แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 750 โวลต์
(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร		จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ เส้น/มิลลิเมตร		ความหนาของฉนวน มิลลิเมตร		ความหนาของเปลือก มิลลิเมตร			เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า มิลลิเมตร			ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด
สายไฟ	สายดิน	สายไฟ	สายดิน	สายไฟ	สายดิน	2 แกน	3 แกน	4 แกน	2 แกน	3 แกน	4 แกน	เมกะโอห์มกิโลเมตร
1	1	32/0.20	32/0.20	0.8	0.6	1.2	1.4	1.6	10.5	11.5	13.0	0.012 7
1.5	1	30/0.25	32/0.20	0.8	0.6	1.4	1.4	1.6	11.5	12.5	13.5	0.011 1
2.5	1.5	50/0.25	30/0.25	0.8	0.6	1.4	1.4	1.6	13.0	14.5	16.0	0.009 2
4	2.5	56/0.30	50/0.25	0.9	0.6	1.6	1.6	1.8	15.5	17.0	18.5	0.008 4
6	4	84/0.30	56/0.30	0.9	0.6	1.6	1.8	2.0	17.0	19.0	21.0	0.007 1
10	4	80/0.40	56/0.30	1.1	0.6	1.8	2.0	2.2	20.0	23.5	26.0	0.006 8
16	6	126/0.40	84/0.30	1.1	0.6	2.2	2.4	2.6	23.0	27.5	30.5	0.005 0
25	6	196/0.40	84/0.30	1.3	0.6	2.4	2.6	2.8	27.5	32.5	36.0	0.004 8
35	10	276/0.40	80/0.40	1.3	0.6	2.6	2.8	3.1	31.0	36.5	40.5	0.004 1

ตารางที่ 16 สายแบนคู่ มีสายดิน แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 300 โวลต์

(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร		จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ เส้น/มิลลิเมตร		ความหนาของฉนวน มิลลิเมตร		เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า มิลลิเมตร		ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด
สายไฟ	สายดิน	สายไฟ	สายดิน	สายไฟ	สายดิน	พิสัยต่ำ	พิสัยสูง	เมกะโอห์มกิโลเมตร
1	1	32/0.20	32/0.20	0.8	0.6	2.8 x 8.0	3.6 x 9.8	0.012 7
1.5	1	30/0.25	32/0.20	0.8	0.6	3.0 x 8.6	3.9 x 10.5	0.011 1
2.5	1.5	50/0.25	30/0.25	0.8	0.6	3.5 x 9.6	4.8 x 12.5	0.009 2

ตารางที่ 17 สายอ่อนแบน 2 แกน และ 3 แกน แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 300 โวลต์
(ข้อ 4.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ	จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ	ความหนาของฉนวน	ความหนาของเปลือก มิลลิเมตร		เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า มิลลิเมตร				ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต่ำสุด
					2 แกน		3 แกน		
ตารางมิลลิเมตร	เส้น/มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	2 แกน	3 แกน	พิสัยต่ำ	พิสัยสูง	พิสัยต่ำ	พิสัยสูง	เมกะโอห์มกิโลเมตร
0.5	16/0.20	0.6	0.9	0.9	3.8 x 5.8	4.7 x 7.2	3.8 x 7.8	4.7 x 9.6	0.013 2
0.5	28/0.15	0.6	0.9	0.9	3.8 x 5.8	4.7 x 7.2	3.8 x 7.8	4.7 x 9.6	0.013 3
1	32/0.20	0.6	0.9	0.9	4.1 x 6.6	5.2 x 8.0	4.1 x 9.0	5.2 x 11.0	0.010 4
1.5	30/0.25	0.6	1.2	1.2	5.0 x 7.6	6.2 x 9.4	5.0 x 10.0	6.2 x 12.5	0.009 0
2.5	50/0.25	0.7	1.2	1.2	5.6 x 9.0	7.2 x 11.5	5.6 x 12.0	7.2 x 16.0	0.008 3
4	56/0.30	0.8	1.2	1.2	6.4 x 10.0	8.0 x 13.0	6.4 x 14.5	8.0 x 18.5	0.007 6
6	84/0.30	0.8	1.2	1.2	6.8 x 11.5	8.8 x 14.5	6.8 x 16.0	8.8 x 20.5	0.006 5
10	80/0.40	0.9	1.2	1.2	8.0 x 13.5	10.5 x 17.5	8.0 x 19.5	10.5 x 25.0	0.005 7
16	126/0.40	1.0	1.2	1.4	9.8 x 17.5	12.0 x 20.5	10.0 x 25.5	12.5 x 29.0	0.004 7
25	196/0.40	1.2	1.4	–	12.0 x 21.5	14.5 x 25.0	–	–	0.004 5
35	276/0.40	1.2	1.4	–	13.5 x 24.0	16.0 x 28.0	–	–	0.003 8

5. วัสดุและการทำ

5.1 ตัวนำ

5.1.1 ตัวนำต้องทำด้วยลวดทองแดงอบอ่อน

5.1.2 เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า ที่ตัวนำเป็นเส้นลวดเส้นเดียว ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 18

5.1.3 ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำตีเกลียวต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 18

5.1.4 อัตราส่วนของการเวียนของตัวนำตีเกลียว ต้องไม่เกิน 20 และชั้นของเกลียวที่อยู่ติดกันต้องเวียนสวนกัน เกลียวชั้นนอกสุดควรเวียนซ้าย

5.1.5 จำนวนเส้นลวดในตัวนำสำหรับสายไฟฟ้า และสายอ่อน ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 18 และตารางที่ 19 ตามลำดับ

5.1.6 เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำสำหรับสายอ่อน ต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 19

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและข้อ 10.1

5.2 ฉนวน

5.2.1 การหุ้มฉนวน ต้องหุ้มให้แนบชิดตัวนำและต้องทำให้ปอกฉนวนออกได้ง่ายโดยไม่ทำให้ตัวนำชำรุด

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.2.2 ความหนาเฉลี่ยของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 17 ฉนวนที่จุดใดจุดหนึ่งอาจบางกว่าที่กำหนดได้ แต่จะบางกว่าได้ไม่เกิน 0.1 มิลลิเมตร บวกร้อยละ 10 ของค่าที่กำหนด

ความหนาเฉลี่ยของฉนวนระหว่างตัวนำของสายแบนคู่ต้องไม่น้อยกว่าผลรวมของความหนาของฉนวนของแกนที่อยู่ติดกัน

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.2.1

5.3 การตีเกลียวแกน

อัตราส่วนของการเวียนของแกนต้องไม่เกิน 20 และการตีเกลียวแกนควรเวียนซ้าย

การทดสอบให้ทำโดยการวัด

5.4 เปลือก

ความหนาเฉลี่ยของเปลือก เปลือกในและเปลือกนอก ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 17 เปลือกที่จุดใดจุดหนึ่งอาจบางกว่าที่กำหนดได้ แต่จะบางกว่าได้ไม่เกิน 0.1 มิลลิเมตร บวกร้อยละ 15 ของค่าที่กำหนด

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.2.2

ตารางที่ 18 ตัวนำของสายไฟฟ้าแกนเดียวและหลายแกน
(ข้อ 5.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร	จำนวนเส้นลวดในตัวนำ เส้น	เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ มิลลิเมตร	ความต้านทานกระแสตรงของตัวนำที่ 20 องศาเซลเซียส สูงสุด เมกะโอห์มกิโลเมตร
0.5	1	0.80	36.0
1	1	1.13	18.1
1	7	0.40	18.1
1.5	1	1.38	12.1
1.5	7	0.50	12.1
2.5	1	1.78	7.41
2.5	7	0.67	7.41
4	1	2.25	4.61
4	7	0.85	4.61
6	7	1.04	3.08
10	7	1.35	1.83
16	7	1.70	1.15
25	7	2.14	0.727
35	19	1.53	0.524
50	19	1.78	0.387
70	19	2.14	0.268
95	19	2.52	0.193
120	37	2.03	0.153
150	37	2.25	0.124
185	37	2.52	0.099 1
240	61	2.25	0.075 4
300	61	2.52	0.060 1
400	61	2.85	0.047 0
500	61	3.20	0.036 6

ตารางที่ 19 ตัวนำของสายอ่อนแกนเดียวและหลายแกน

(ข้อ 5.1)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร	จำนวนเส้นลวดในตัวนำต่ำสุด เส้น	เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำสูงสุด มิลลิเมตร	ความต้านทานกระแสตรงของตัวนำที่ 20 องศาเซลเซียสสูงสุด เมกะโอห์มกิโลเมตร
0.5	16	0.21	39.0
0.5	28	0.16	39.0
0.75	24	0.21	26.0
0.75	42	0.16	26.0
1	32	0.21	19.5
1.5	30	0.26	13.3
2.5	50	0.26	7.98
4	56	0.31	4.95
6	84	0.31	3.30
10	80	0.41	1.91
16	126	0.41	1.21
25	196	0.41	0.780
35	276	0.41	0.554
50	396	0.41	0.386
70	360	0.51	0.272
95	475	0.51	0.206

5.5 เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า

5.5.1 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสายไฟฟ้า ต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 17 ยกเว้นสายไฟฟ้าที่มีแกนตั้งแต่ 2 แกนขึ้นไปและมีเปลือก อาจมากกว่าค่าที่กำหนดได้แต่จะมากกว่าค่าที่กำหนดได้ไม่เกินร้อยละ 5

5.5.2 ความแตกต่างของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้าที่วัดได้สูงสุดและต่ำสุดที่ภาคตัดขวางเดียวกัน ต้องไม่เกินร้อยละ 15 ของค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า ที่กำหนดในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 17 ยกเว้นสายแบนและสายไฟฟ้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 15 มิลลิเมตร

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.2.3

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ความคงทนของเครื่องหมาย

เครื่องหมายที่สายไฟฟ้าต้องมีความคงทนและไม่ลบเลือนง่าย

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.3

6.2 ฉนวนและเปลือก

6.2.1 ความต้านแรงดึงและความยืดก่อนเร่งอายุใช้งาน

ค่ามัธยฐานของความต้านแรงดึง ต้องไม่น้อยกว่า 12.5 เมกะพาสคัลสำหรับสายไฟฟ้า และไม่น้อยกว่า 10.0 เมกะพาสคัลสำหรับสายอ่อน

ค่ามัธยฐานของความยืด ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 สำหรับสายไฟฟ้า และไม่น้อยกว่าร้อยละ 150 สำหรับสายอ่อน

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.4.1 และข้อ 10.5.1 ตามลำดับ

6.2.2 ความต้านแรงดึงและความยืดภายหลังเร่งอายุใช้งาน

ค่ามัธยฐานของความต้านแรงดึงและความยืด สำหรับสายไฟฟ้าและสายอ่อน ให้เป็นไปตามข้อ 6.2.1

ความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานภายหลังเร่งอายุใช้งานกับค่ามัธยฐานก่อนเร่งอายุใช้งาน ต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของค่ามัธยฐานก่อนเร่งอายุใช้งาน

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.4.2 และข้อ 10.5.2 ตามลำดับ

6.2.3 การสูญเสียของมวล

เมื่อทดสอบฉนวนตามข้อ 10.4.3 และเปลือกตามข้อ 10.5.3 แล้ว การสูญเสียของมวลต้องไม่เกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร

6.2.4 ความทนต่อการช็อกด้วยความร้อน

เมื่อทดสอบฉนวนตามข้อ 10.4.4 และเปลือกตามข้อ 10.5.4 แล้ว ฉนวนและเปลือกต้องไม่แตกราน

6.2.5 การเปลี่ยนรูปขณะมีแรงกดที่อุณหภูมิสูง

เมื่อทดสอบฉนวนตามข้อ 10.4.5 และเปลือกตามข้อ 10.5.5 แล้ว ค่ามัธยฐานของความลึกที่รอยกดต้องไม่เกินร้อยละ 50 ของความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ เมื่อวัดตามข้อ 10.4.5.4 และข้อ 10.5.5.4 ตามลำดับ

6.3 สายไฟฟ้า

6.3.1 ความต้านทานของตัวนำ

ความต้านทานกระแสตรงสูงสุดของตัวนำที่ 20 องศาเซลเซียส ต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 18 และตารางที่ 19

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.6.1

6.3.2 ความทนทางไฟฟ้าของสายไฟฟ้า

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.6.2 แล้ว ฉนวนและ/หรือเปลือกของสายไฟฟ้าต้องไม่เสียสภาพฉับพลันหรือวาบไฟตามผิว

6.3.3 ความทนทานไฟฟ้าของแกน

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.6.3 แล้ว ฉนวนของแกนต้องไม่เสียสภาพฉับพลันหรือวาบไฟตามผิว

6.3.4 ความต้านทานของฉนวน

ความต้านทานของฉนวนที่ 70 องศาเซลเซียส ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 17

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.6.4 ยกเว้นสายดิน ไม่ต้องทดสอบ

6.3.5 ความโค้งงอของสายอ่อน

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.6.5 โดยให้ส่วนเคลื่อนที่ ค เคลื่อนไปกลับ 15 000 ครั้ง (30 000 ครั้ง ถ้านับทั้ง 2 ทาง) ในระหว่างการทดสอบ กระแสไฟฟ้าในสายไฟฟ้าต้องไม่หยุดชะงัก หรือสายไฟฟ้าต้องไม่ลัดวงจร และภายหลังทดสอบตัวอย่างต้องทนการทดสอบความทนทางไฟฟ้าของสายไฟฟ้า ตามข้อ 10.6.2 ได้ด้วย

6.3.6 ความติดแน่นระหว่างแกนของสายแบนคู่

แรงที่ใช้แยกแกนของสายแบนคู่ออกจากกัน ต้องมีค่าระหว่าง 3 ถึง 30 นิวตัน

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.6.6

6.3.7 ความต้านทานการลุกไหม้

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.6.7 แล้ว ส่วนที่ไหม้ต้องไม่แผ่ขยายเข้าไปในระยะ 50 มิลลิเมตรจากขอบด้านล่างของที่จับซึ่งยึดชิ้นทดสอบด้านบน

7. การบรรจุ

7.1 ให้ทำเป็นหน่วยบรรจุ ซึ่งอาจเป็นล้อ ม้วน ขด ฯลฯ ส่วนขนาดความยาวของสายไฟฟ้าในแต่ละหน่วยบรรจุ ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย

7.2 การบรรจุ ให้มีสิ่งป้องกันสายไฟฟ้าไม่ให้เสียหายเนื่องจากการเคลื่อนย้ายและขนส่ง ทั้งนี้ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย

8. เครื่องหมายและฉลาก

8.1 ที่สายไฟฟ้าทุกหน่วยบรรจุ ทุกระยะห่างไม่เกิน 200 มิลลิเมตรสำหรับสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวน และไม่เกิน 500 มิลลิเมตรสำหรับสายไฟฟ้าที่มีเปลือก อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และไม่ลบเลือน

(1) ข้อความ "พีวีซี 70° C"

(2) ประเภท

(3) จำนวนแกนและพื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำ

(4) หมายเลขตาราง (ตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 17)

(5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้า

8.2 ที่หน่วยบรรจุสายไฟฟ้าทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และไม่ลบเลือน

(1) ข้อความ "พีวีซี 70° C"

(2) ประเภท

(3) จำนวนแกนและพื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำ

(4) หมายเลขตาราง (ตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 17)

(5) ความยาว เป็นเมตร

(6) น้ำหนักสุทธิ เป็นกิโลกรัม ในกรณีเป็นล้อให้ระบุน้ำหนักรวมด้วย

(7) เดือนและปีที่ทำ

(8) ในกรณีที่หน่วยบรรจุเป็นล้อ ให้มีลูกศรแสดงทิศทางการกลิ้งล้อ และตำแหน่งปลายสาย

(9) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้า

8.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8.4 สายไฟฟ้าที่มีแกนตั้งแต่ 2 แกนขึ้นไป แต่ละแกนให้ใช้สีของฉนวนต่างกัน ในแกนเดียวกันให้ใช้สีเหมือนกันตลอด ยกเว้นตามที่ระบุในข้อ 8.6 ข้อ 8.7 และข้อ 8.8

8.5 สีของฉนวนที่ใช้แสดงแกนของสายไฟฟ้า มีดังนี้

(1) สายไฟฟ้า 2 แกน : สีเทาอ่อน และดำ

(2) สายไฟฟ้า 3 แกน : สีเทาอ่อน ดำ และแดง

(3) สายไฟฟ้า 4 แกน : สีเทาอ่อน ดำ แดง และน้ำเงิน

การกำหนดสีของแกนในข้อนี้ ไม่รวมถึงแกนซึ่งทำหน้าที่เป็นสายดิน

8.6 สีของฉนวนที่ใช้แสดงแกนซึ่งทำหน้าที่เป็นสายดิน ให้ใช้สีเขียวแถบสีเหลือง การสลับสีเขียวกับสีเหลืองนั้นควรใช้สีใดสีหนึ่งอย่างน้อยร้อยละ 30 แต่ไม่เกินร้อยละ 70 ของพื้นผิวของแกน อีกสีหนึ่งให้ใช้พื้นที่ส่วนที่เหลือ

8.7 สีของฉนวนของสายแบนคู่ และสายแกนตีเกลียวจำนวน 2 แกน ถ้าเป็นสีเดียวกันจะเป็นสีใดก็ได้ แต่ต้องมีแถบหรือไหมสีขาวหรือสีเทาอ่อนแสดงไว้ที่แกนหนึ่ง แถบนั้นต้องต่อเนื่องกันหรืออาจคั่นด้วยเครื่องหมายตามข้อ 8.1 ก็ได้ ถ้าฉนวนเป็นสีขาวหรือสีเทาอ่อนแถบหรือไหมต้องเป็นสีดำ

8.8 สีของฉนวนของสายแกนตีเกลียวตั้งแต่ 3 แกนขึ้นไป ถ้าสีของฉนวนทุกแกนเป็นสีเดียวกันต้องมีแถบหรือไหมสีแสดงไว้ที่แกน การให้สีต้องเป็นไปตามข้อ 8.5 ยกเว้นแกนหนึ่งไม่ต้องมีแถบหรือไหมสีในกรณีที่สีของฉนวนดังกล่าวเป็นสีใดสีหนึ่งตามข้อ 8.5

8.9 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

9. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

9.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง สายไฟฟ้าประเภทและตารางเดียวกัน พื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำ จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำ และจำนวนแกนอย่างเดียวกัน ที่ทำในคราวเดียวโดยต่อเนื่อง หรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

9.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

9.2.1 การชักตัวอย่าง

ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 30 เมตร จากหน่วยบรรจุในแต่ละรุ่น

9.2.2 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 5. ข้อ 6. และข้อ 8. ทุกรายการ จึงจะถือว่าสายไฟฟ้ารุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

10. การทดสอบ

10.1 ขนาดและจำนวนเส้นลวดในตัวนำ

10.1.1 เครื่องมือ

ไมโครมิเตอร์ ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร

10.1.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างสายไฟฟ้าจากตัวอย่างตามข้อ 9.2.1 ที่ส่วนปลายทั้ง 2 ข้าง และส่วนกลางอย่างละชิ้น เป็นชิ้นทดสอบยาวอย่างน้อยชิ้นละ 200 มิลลิเมตร

10.1.3 วิธีทดสอบ

10.1.3.1 เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า ที่ตัวนำเป็นเส้นลวดเส้นเดียว

วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดที่จุดใดจุดหนึ่งด้วยไมโครมิเตอร์ 2 ครั้งในแนวตั้งฉากกัน แล้วหาค่าเฉลี่ย

10.1.3.2 เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำตีเกลียว

วัดและหาค่าเฉลี่ย ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดแต่ละเส้นเช่นเดียวกับข้อ 10.1.3.1 หลังจากนั้นหาค่าเฉลี่ยของเส้นลวดทั้งหมดในตัวนำตีเกลียวนั้น

10.1.3.3 เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำสำหรับสายอ่อน ในกรณีที่จำนวนเส้นลวดในตัวนำไม่เกิน 50 เส้น ให้วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดทุกเส้น ในกรณีที่จำนวนเส้นลวดในตัวนำเกิน 50 เส้น ให้วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวด 50 เส้น

วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดด้วยไมโครมิเตอร์ ที่ปลายชิ้นทดสอบทั้ง 2 ข้าง แต่ละข้างให้วัด 2 ครั้งในแนวตั้งฉากกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่ละเส้น

10.1.3.4 จำนวนเส้นลวด

ให้นับจำนวนเส้นลวดทั้งหมด

10.1.4 การรายงานผล

10.1.4.1 เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า ที่ตัวนำเป็นเส้นลวดเส้นเดียว

ให้รายงานผลการวัดเป็นค่าเฉลี่ย

10.1.4.2 เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำตีเกลียว

ให้รายงานค่าเฉลี่ย ของเส้นลวดทั้งหมดในตัวนำตีเกลียว

10.1.4.3 เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำสำหรับสายอ่อน

ให้รายงานผลการวัดเป็นค่าเฉลี่ยสูงสุด

10.1.4.4 จำนวนเส้นลวด

ให้รายงานผลจำนวนทั้งหมด

10.2 การทำ

10.2.1 ความหนาของฉนวน

10.2.1.1 เครื่องมือ

กล้องจุลทรรศน์ ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร หรือเครื่องฉาย (projector) ที่มีกำลังขยายอย่างน้อย 10 เท่า ในกรณีที่มีข้อสงสัยในการทดสอบด้วยเครื่องฉาย ให้วัดด้วยกล้องจุลทรรศน์

10.2.1.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างสายไฟฟ้าจากทุกแกน แกนละ 3 แห่ง แต่ละแห่งห่างกันอย่างน้อย 1 เมตร

ปอกสิ่งห่อหุ้มภายนอกแกนออก แล้วถอดตัวนำออกจากแกนโดยไม่ให้ฉนวนเสียหาย ใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม เช่น มีดบางคม หรือใบมีดโกน ตัดฉนวนเป็นแผ่นบางตามระนาบซึ่งตั้งฉากกับแนวแกนของตัวนำ เพื่อทำเป็นชิ้นทดสอบ

ถ้าการทำเครื่องหมายบนฉนวน เป็นเหตุให้ความหนาของฉนวนตรง ส่วนนั้นลดลง ให้ใช้ฉนวนตรงที่มีเครื่องหมายนั้นเป็นชิ้นทดสอบ

10.2.1.3 วิธีทดสอบ

วัดความหนาของชิ้นทดสอบ โดยวางระนาบรอยตัดตั้งฉากกับแนวของการมอง ดังนี้

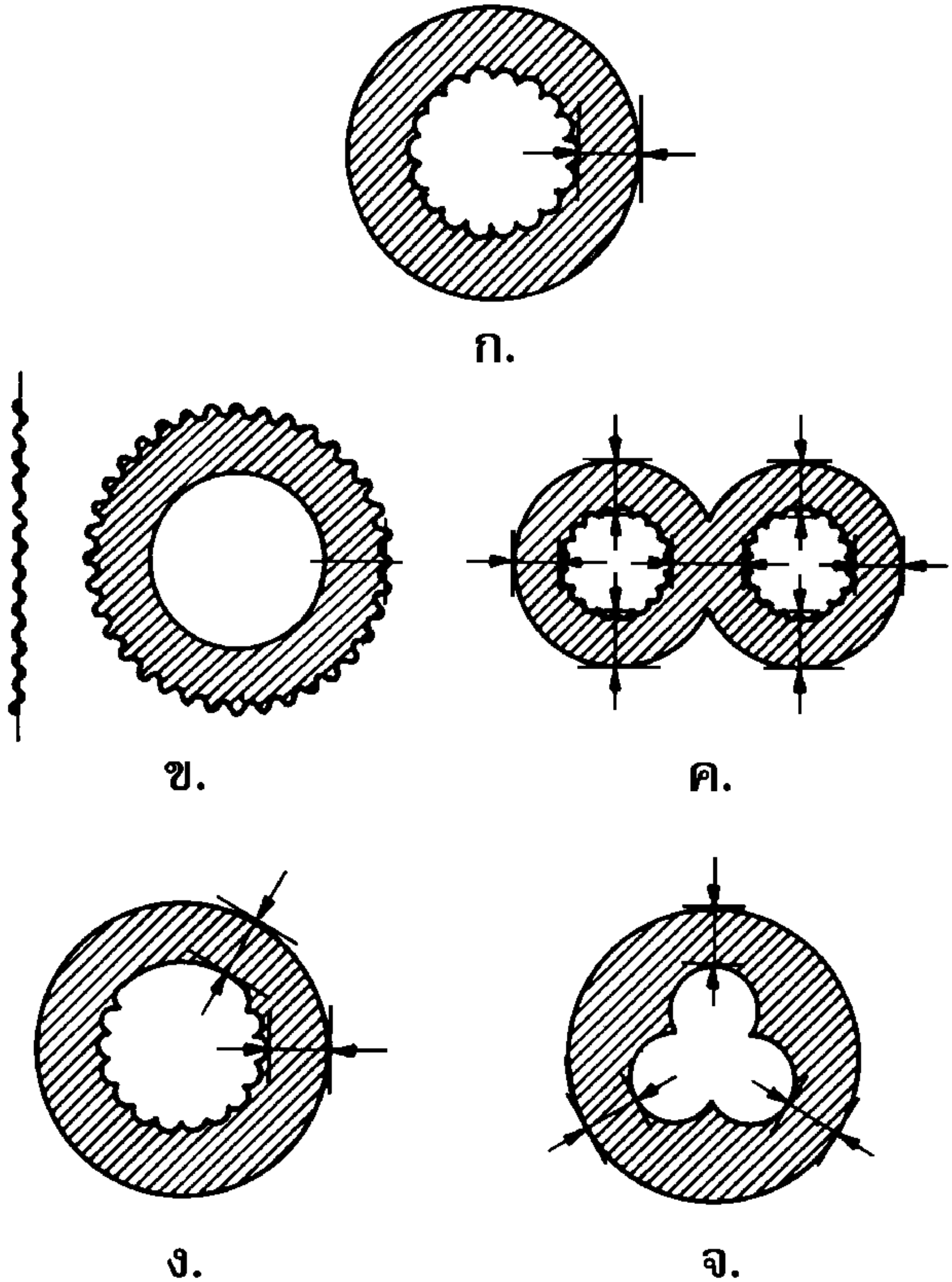
(1) ถ้ารูปขอบในของชิ้นทดสอบเป็นวงกลม ให้วัดความหนา 6 ครั้ง ที่ระยะตามแนวเส้นรอบวงเท่า ๆ กัน

(2) ถ้าเป็นฉนวนของตัวนำตีเกลียว ให้วัดความหนา 6 ครั้งตรงส่วนที่บางที่สุด ได้แก่ ระหว่างสันซึ่งเกิดจากการตีเกลียวดังแสดงในรูปที่ 1 ก.

(3) ถ้ารูปขอบนอกไม่เรียบ ให้ปรับเส้นในแนวดิ่งของเครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 1 ข.

(4) สายแบนคู่ ให้วัดตรงตำแหน่งดังแสดงในรูปที่ 1 ค. และตรงตำแหน่งที่ฉนวนบางที่สุดด้วย

ในการวัดความหนาฉนวตาม (1) ถึง (3) การวัดครั้งแรกให้วัดตรงตำแหน่งที่ฉนวนบางทีสุด



รูปที่ 1 การวัดความหนาของฉนวนและเปลือก

(ข้อ 10.2.1.3 ข้อ 10.2.2.3 ข้อ 10.4.3.3 และข้อ 10.5.5.3)

10.2.1.4 การรายงานผล

ให้คำนวณค่าเฉลี่ยจาก 18 ค่า ซึ่งได้จากชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นใน 1 แกน โดยคิดทศนิยม 2 ตำแหน่ง แล้ว ปัดเศษเหลือทศนิยม 1 ตำแหน่ง ค่าที่ได้คือค่าเฉลี่ยของความหนาฉนวน ในการคำนวณ ถ้าทศนิยมตำแหน่งที่สองเป็น 5 หรือมากกว่า ให้ปัดทศนิยมตำแหน่งที่หนึ่งให้มีค่าถัดขึ้นไป ถ้าทศนิยมตำแหน่งที่สองน้อยกว่า 5 ให้ปัดทิ้งค่าต่ำสุดที่ได้จาก 18 ค่า ให้ถือเป็นความหนาของฉนวน ณ จุดที่บางที่สุด

ในกรณีสายแบนคู่ ให้รายงานค่าความหนาของฉนวน ณ จุดบางที่สุดและค่าความหนาเฉลี่ยของฉนวนระหว่างตัวนำด้วย

การทดสอบนี้ อาจทำรวมกับการวัดความหนาของฉนวนซึ่งกำหนดในข้อ 6.2.1 และข้อ 6.2.2

หมายเหตุ *ความหนาของฉนวนที่วัดได้ อาจนำไปใช้คำนวณตามข้อ 10.4.1*

10.2.2 ความหนาของเปลือก

10.2.2.1 เครื่องมือ

เช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.2.1.1

10.2.2.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ใช้ตัวอย่างสายไฟฟ้า 3 แห่ง แต่ละแห่งห่างกันอย่างน้อย 1 เมตร ถอดแกนหรือวัสดุอื่น (ถ้ามี) ทั้งภายในและภายนอกเปลือกออกจากตัวอย่างโดยไม่ให้เปลือกที่จะทดสอบเป็นรอยหรือชำรุดใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม เช่น มีดบางคม หรือใบมีดโกน ตัดเปลือกเป็นแผ่นบางตามระนาบซึ่งตั้งฉากกับแนวของสายไฟฟ้า เพื่อทำเป็นชิ้นทดสอบ ถ้าการทำเครื่องหมายบนเปลือก เป็นเหตุให้ความหนาของเปลือกตรงส่วนนั้นลดลง ให้ใช้เปลือกตรงที่มีเครื่องหมายนั้นเป็นชิ้นทดสอบ

10.2.2.3 วิธีทดสอบ

วัดความหนาของชิ้นทดสอบ โดยวางระนาบรอยตัดตั้งฉากกับแนวของการมอง ดังนี้

(1) ถ้ารูปขอบในของชิ้นทดสอบเป็นวงกลม ให้วัดความหนา 6 ครั้ง ที่ระยะตามแนวเส้นรอบวงเท่า ๆ กัน

(2) ถ้าผิวภายในซึ่งส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นวงกลม ไม่สม่ำเสมอหรือไม่เรียบ ให้วัดความหนา 6 ครั้ง ในตำแหน่งที่เปลือกบางที่สุด โดยปรับเส้นในแนวดิ่งของเครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 1 ง.

(3) ถ้ารูปขอบในของชิ้นทดสอบไม่เป็นวงกลม ให้วัดความหนาจำนวนครั้งตามความเหมาะสม แต่ไม่เกิน 6 ครั้งตรงเปลือกที่บางที่สุด เช่น ที่ด้านล่างของร่องซึ่งเกิดจากแกน ดังแสดงในรูปที่ 1 จ.

ในการวัดความหนาเปลือกข้างต้น การวัดครั้งแรกให้วัดตรงตำแหน่งที่เปลือกบางที่สุด

10.2.2.4 การรายงานผล

การคำนวณค่าเฉลี่ย ซึ่งได้จากการวัดชิ้นทดสอบทั้ง 3 ชิ้น ให้คิดทศนิยม 2 ตำแหน่ง แล้วปัดเศษโดยอาศัยหลักการปัดเศษตามข้อ 10.2.1.4 ค่าที่ได้คือค่าเฉลี่ยของความหนาเปลือก

ค่าต่ำสุดที่ได้จากการวัดชิ้นทดสอบทั้ง 3 ชิ้น ให้ถือเป็นความหนาของเปลือก ณ จุดที่บางที่สุด

การทดสอบนี้อาจทำรวมกับการวัดความหนาของเปลือก ซึ่งกำหนดในข้อ 6.2.1 และข้อ 6.2.2

หมายเหตุ *ความหนาของเปลือกที่วัดได้ อาจนำไปใช้ในการคำนวณตามข้อ 10.5.1*

10.2.3 เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า

10.2.3.1 เครื่องมือ

(1) ในกรณีเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า ไม่เกิน 15 มิลลิเมตร ให้เป็นไปตามข้อ 10.2.1.1

10.2.3.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ให้เป็นไปตามข้อ 10.2.1.2 หรือข้อ 10.2.2.2

10.2.3.3 วิธีทดสอบ

(1) ในกรณีเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า ไม่เกิน 15 มิลลิเมตร ให้วัดเส้นผ่านศูนย์กลางจากชิ้นทดสอบชิ้นเดียวกับที่ใช้ในข้อ 10.2.1.3 และข้อ 10.2.2.3 โดยให้วัด 2 ครั้งในแนวตั้งฉากซึ่งกันและกัน

(2) ในกรณีเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า เกิน 15 มิลลิเมตร ยกเว้นสายแบน ให้วัดเส้นรอบวงของสายไฟฟ้าละเอียดถึง 0.1 มิลลิเมตร

(3) ในกรณีสายแบนและสายแบนคู่ ให้ใช้ไมโครมิเตอร์ เครื่องฉาย หรือเครื่องมือที่คล้ายกัน

10.2.3.4 การรายงานผล

(1) ในกรณีเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า ไม่เกิน 15 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของ 6 ค่าที่วัดได้คือค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า

(2) ในกรณีเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า เกิน 15 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางที่คำนวณจากการเฉลี่ย 3 ค่าที่วัดได้ คือค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า

(3) ในกรณีสายแบนและสายแบนคู่ ค่าเฉลี่ยของ 3 ค่าที่วัดได้ คือค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า

10.3 ความคงทนของเครื่องหมาย

ใช้ผ้าที่ชุ่มน้ำถูเครื่องหมายที่สายไฟฟ้าเบา ๆ 10 ครั้ง แล้วตรวจพินิจ เครื่องหมายต้องยังคงติดแน่นและเห็นได้ชัดเจน

10.4 ฉนวน

10.4.1 ความต้านแรงดึงและความยืดก่อนเร่งอายุใช้งาน

10.4.1.1 เครื่องมือ

(1) กล้องจุลทรรศน์ หรือเครื่องวัดที่เทียบเท่าที่มีแรงกดสัมผัสไม่เกิน 7 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร

(2) เครื่องทดสอบแรงดึงที่มีอัตราการดึง 250 $\pm$ 50 มิลลิเมตรต่อนาที

10.4.1.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ใช้ตัวอย่างทุกแกน แต่ละแกนตัดเป็นชิ้นทดสอบ 5 ชิ้น มีรูปร่างตามที่กำหนดในข้อ (1) หรือข้อ (2) (อีก 5 ชิ้น สำหรับการทดสอบภายหลังเร่งอายุใช้งาน โดยตัดจากบริเวณที่อยู่ติดกัน การทดสอบความต้านแรงดึงก่อนเร่งอายุใช้งานและภายหลังเร่งอายุใช้งานให้ทำอย่างต่อเนื่องกันทันที) ถ้าเป็นสายแบนคู่ไม่ต้องแยกแกนออกจากกัน หากตัวอย่างชำรุดซึ่งเกิดจากความเสียหายทางกล ไม่ให้ทำเป็นชิ้นทดสอบ

(1) ชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์

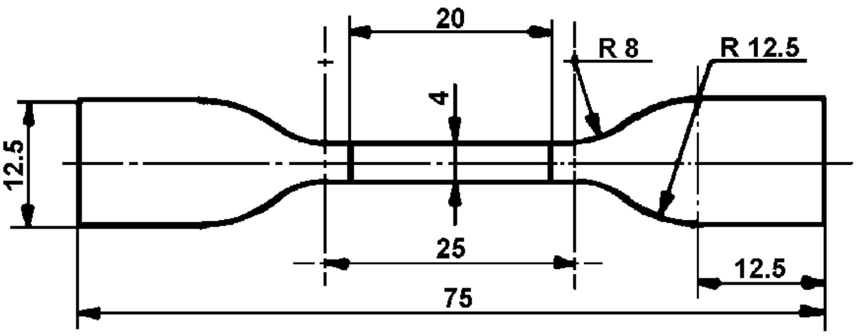
ผ่าฉนวนตามแนวแกนและเปิดเอาตัวนำออก ตัดตัวอย่างแต่ละชิ้นให้มีขนาดพอเพียงสำหรับทดสอบและทำเครื่องหมาย ที่ชิ้นตัวอย่างและตัวอย่างทดสอบให้สัมพันธ์กัน เพื่อให้ทราบว่าตัดชิ้นทดสอบมาจากตัวอย่างและที่ตำแหน่งใด และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ขัดหรือตัดชิ้นทดสอบจนผิวทั้ง 2 ด้านขนานกันในช่วงความยาวพิกัด ในขณะขัดแต่งต้องระวังมิให้อุณหภูมิสูงขึ้นเกินควร

ภายหลังการขัดหรือการตัด ความหนาของชิ้นตัวอย่างต้องไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร และไม่มากกว่า 2.0 มิลลิเมตร

นำชิ้นตัวอย่างแต่ละชิ้นที่เตรียมไว้มาตัดเป็นชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ดังแสดงในรูปที่ 2 หรือถ้าเป็นไปได้ให้ตัดชิ้นทดสอบด้านยาวเคียงข้างกัน

ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางของแกน เล็กเกินไปที่จะทำชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ตามรูปที่ 2 ให้ตัดชิ้นตัวอย่างเป็นชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ที่มีขนาดเล็กกว่า ดังแสดงในรูปที่ 3

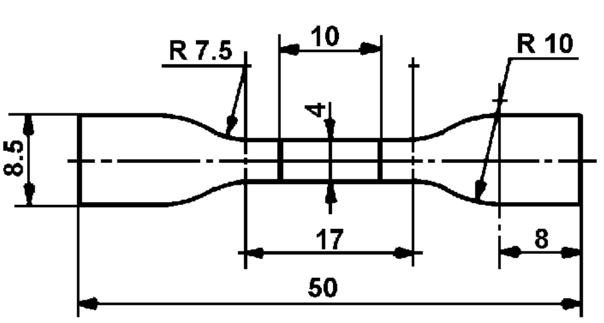
ทำขีดหมาย 2 แห่งห่างกัน 20 มิลลิเมตรเป็นความยาวพิกัด ตรงกลางของชิ้นทดสอบสำหรับชิ้นทดสอบตามรูปที่ 2 และห่างกัน 10 มิลลิเมตร สำหรับชิ้นทดสอบตามรูปที่ 3



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 2 ชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์

(ข้อ 10.4.1.2 ข้อ 10.4.1.5 และข้อ 10.4.3.3)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 3 ชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์เล็ก

(ข้อ 10.4.1.2 ข้อ 10.4.1.5 และข้อ 10.4.3.3)

(2) ชิ้นทดสอบรูปท่อ

ในกรณีที่แกนมีขนาดเล็ก ไม่สามารถทำชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ได้ ให้ทำชิ้นทดสอบรูปท่อ ดังนี้ ตัดแกนตัวอย่างให้มีความยาวประมาณชิ้นละ 100 มิลลิเมตร ถอดตัวนำและสิ่งห่อหุ้มภายนอกแกนออกโดยไม่ให้ฉนวนเสียหาย ทำเครื่องหมายที่ท่อและตัวอย่างทดสอบให้สัมพันธ์กัน เพื่อให้ทราบว่าตัดท่อมาจากตัวอย่างและที่ตำแหน่งใด และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ทำขีดหมาย 2 แห่งห่างกัน 20 มิลลิเมตรเป็นความยาวพิกัด ตรงกลางของชิ้นทดสอบ

10.4.1.3 การหาพื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบ

(1) พื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ คำนวณจากความกว้างและความหนาต่ำสุดซึ่งได้จากการวัดชิ้นทดสอบ 3 ครั้ง ระหว่างขีดหมาย ถ้ามีข้อสงสัยในเรื่องความสม่ำเสมอของความกว้าง ให้วัดความกว้างที่ผิวของชิ้นทดสอบทั้ง 2 ด้าน 3 ตำแหน่งที่เดียวกับการวัดความหนา แล้วหาค่าเฉลี่ยของการวัดทั้ง 2 ด้านนั้น เป็นความกว้างของแต่ละตำแหน่ง

ค่าที่น้อยที่สุดของพื้นที่หน้าตัด 3 ค่าที่หาได้ ให้นำไปคำนวณหาความต้านแรงดึง

ในการวัดความหนาและความกว้าง ให้คิดทศนิยม 2 ตำแหน่ง เป็นมิลลิเมตร

(2) พื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบรูปท่อ

ให้หาพื้นที่หน้าตัด (A) ของชิ้นทดสอบ เป็นตารางมิลลิเมตร จากชิ้นส่วนซึ่งนำมาจากตรงกลางของตัวอย่างทดสอบ โดยวิธี ก. หรือวิธี ข. ในกรณีที่มีข้อสงสัยให้ใช้วิธี ข.

ก. วิธีคำนวณจากมิติ โดยใช้สูตร

$$A = \pi\ (D-i)\ i$$

เมื่อ D คือ ค่าเฉลี่ย ของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร คำนวณเช่นเดียวกับวิธีที่กำหนดในข้อ 10.2.3.3 (2) แล้วปัดเศษให้มีทศนิยม 2 ตำแหน่ง

i คือ ค่าเฉลี่ยของความหนาฉนวนของชิ้นส่วน เป็นมิลลิเมตร คำนวณตามข้อ 10.2.1 มีทศนิยม 2 ตำแหน่ง

ข. วิธีคำนวณจากความหนาแน่น มวล และความยาว โดยใช้สูตร

$$A = \frac{1\ 000\ m}{d \times L}$$

เมื่อ m คือ มวลของชิ้นทดสอบ เป็นกรัม ทศนิยม 3 ตำแหน่ง

d คือ ความหนาแน่นของฉนวน เป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร คำนวณตามภาคผนวก ข. ทศนิยม 3 ตำแหน่ง

L คือ ความยาวของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

10.4.1.4 การปรับภาวะของชิ้นทดสอบ

ก่อนทดสอบความต้านแรงดึง ให้เก็บชิ้นทดสอบทั้งหมดไว้ที่อุณหภูมิ 23 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 3 ชั่วโมง

10.4.1.5 วิธีทดสอบ

(1) อุณหภูมิทดสอบ

ให้ทดสอบที่อุณหภูมิห้อง โดยทดสอบให้เสร็จภายใน 5 นาที นับจากนำชิ้นทดสอบออกจากการปรับภาวะตามข้อ 10.4.1.4 ในกรณีที่มีข้อสงสัยให้ทดสอบซ้ำที่อุณหภูมิ 23 ± 2 องศาเซลเซียส

(2) ระยะระหว่างปากจับ

ให้เป็นดังนี้

34 มิลลิเมตร สำหรับชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์เล็ก ตามรูปที่ 3

50 มิลลิเมตร สำหรับชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ ตามรูปที่ 2

50 มิลลิเมตร สำหรับชิ้นทดสอบรูปท่อ ถ้าทดสอบด้วยปากจับแบบทำให้แน่นได้เอง

85 มิลลิเมตร สำหรับชิ้นทดสอบรูปท่อ ถ้าทดสอบด้วยปากจับแบบทำให้แน่นไม่ได้เอง

(3) การวัด

บันทึกค่าแรงดึง และระยะระหว่างขีดหมายทั้ง 2 ในขณะที่ฉนวนขาด ผลที่ไม่เป็นไปตาม เกณฑ์เนื่องจากชิ้นทดสอบขาดนอกความยาวพิกัด ไม่ต้องนำมาพิจารณา ในกรณีนี้หากมีผลที่เป็นไปตามเกณฑ์อย่างน้อย 4 ค่า ให้นำมาคำนวณความต้านแรงดึงและความยืด แต่ถ้ามีผลที่เป็นไปตามเกณฑ์น้อยกว่า 4 ค่า ต้องทดสอบซ้ำ

10.4.1.6 การรายงานผล

ให้รายงานผลเป็นค่ามัธยฐาน โดยคำนวณความต้านแรงดึง และความยืด ดังนี้

(1) ความต้านแรงดึง เมกะพลาสคัล

$$= \frac{\text{ค่าของแรงที่วัดได้ที่จุดขาด เป็นนิวตัน}}{\text{พื้นที่หน้าตัดเดิมของชิ้นทดสอบ เป็นตารางมิลลิเมตร}}$$

(2) ความยืด ร้อยละ

$$= \frac{\text{ความยาวพิกัดขณะที่ขาด - ความยาวพิกัดเดิม}}{\text{ความยาวพิกัดเดิม}} \times 100$$

10.4.2 ความต้านแรงดึงและความยืดภายหลังเร่งอายุใช้งาน

10.4.2.1 เครื่องมือ

ตู้อบความร้อนที่มีอากาศหมุนเวียนตามธรรมชาติ หรือโดยการขับ ทั้งนี้อากาศต้องไหลผ่านทั่วพื้นผิวชิ้นทดสอบและไหลออกใกล้ส่วนบนของตู้อบ อากาศในตู้อบต้องถ่ายเทชั่วโมงละไม่น้อยกว่า 8 เท่า และไม่เกิน 20 เท่าของปริมาตรตู้อบ ที่อุณหภูมิ 80 ± 2 องศาเซลเซียส ห้ามใช้ใบพัดในตู้อบ

10.4.2.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

(1) ชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ หรือชิ้นทดสอบรูปท่อ ให้ปฏิบัติตามข้อ 10.4.1.2

(2) ชิ้นส่วนที่เป็นสายไฟฟ้า ตัดสายไฟฟ้าตัวอย่างโดยเลือกเอาจากบริเวณที่อยู่ติดกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบความต้านแรงดึงและความยืดก่อนเร่งอายุใช้งาน เป็นชิ้นส่วน 3 ชิ้น ยาวประมาณชิ้นละ 200 มิลลิเมตร

10.4.2.3 การหาพื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบ

ให้ปฏิบัติตามข้อ 10.4.1.3

10.4.2.4 การปรับภาวะของชิ้นทดสอบ

ให้ปฏิบัติตามข้อ 10.4.1.4

10.4.2.5 วิธีทดสอบ

(1) ชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์หรือชิ้นทดสอบรูปท่อแขวนชิ้นทดสอบในแนวดิ่ง ให้อยู่บริเวณกลางตู้อบ แต่ละชิ้นห่างกันอย่างน้อย 20 มิลลิเมตร เป็นเวลา 7 วัน (168 ชั่วโมง) เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด นำชิ้นทดสอบออกจากตู้อบ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องไม่ให้ถูกแสงอาทิตย์โดยตรง เป็นเวลาอย่างน้อย 16 ชั่วโมง แล้วนำไปทดสอบความต้านแรงดึงและความยืดตามวิธีที่กำหนดในข้อ 10.4.1.5

(2) ชิ้นส่วนที่เป็นสายไฟฟ้า

แขวนชิ้นส่วนในแนวดิ่ง ให้อยู่บริเวณกลางตู้อบ แต่ละชิ้นห่างกัน 20 มิลลิเมตร เป็นเวลา 7 วัน (168 ชั่วโมง) ปริมาตรของชิ้นส่วนทั้งหมดต้องไม่เกินร้อยละ 2 ของปริมาตรตู้อบ เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด นำชิ้นส่วนออกจากตู้อบ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องไม่ให้ถูกแสงอาทิตย์โดยตรง เป็นเวลาอย่างน้อย 16 ชั่วโมง

ถอดแกนออกจากชิ้นส่วนทั้ง 3 ชิ้น สำหรับฉนวนให้ตัดแต่ละแกน ทำเป็นชิ้นทดสอบ ตามข้อ 10.4.1.2 แกนละ 2 ชิ้น ใช้ไม่เกิน 3 แกน รวมเป็นชิ้นทดสอบ 6 ชิ้น ส่วนเปลือกให้ตัดจากชิ้นส่วนทั้ง 3 ชิ้น แต่ละชิ้นส่วนทำเป็นชิ้นทดสอบ 2 ชิ้น ถ้าจำเป็นต้องตัดหรือขัดชิ้นทดสอบให้มีความหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ให้ตัดหรือขัดจากด้านที่ไม่ติดกับวัสดุอื่นที่ใช้ประกอบสายไฟฟ้า ถ้าจำเป็นต้องตัดหรือขัดจากด้านที่ติดกับวัสดุอื่น ให้ตัดหรือขัดน้อยที่สุดเพียงพอให้ด้านนั้นเรียบ แล้วนำไปทดสอบความต้านแรงดึงและความยืดตามวิธีที่กำหนดในข้อ 10.4.1.5

10.4.2.6 การรายงานผล

ให้ปฏิบัติตามข้อ 10.4.1.6

10.4.3 การสูญเสียของมวล

10.4.3.1 เครื่องมือ

(1) ตู้อบความร้อน เช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.4.2.1

(2) เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัม

(3) เดซิกเคเตอร์ที่มีซิลิกาเจล หรือวัสดุที่คล้ายกัน

10.4.3.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

(1) ใช้ตัวอย่างทุกแกน แต่ละแกนตัดเป็นชิ้นทดสอบ 3 ชิ้น ตามวิธีที่กำหนดในข้อ 10.4.1.2 แต่ไม่ต้องทำขีดหมาย

ในกรณีชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ ผิวทั้ง 2 ด้านของชิ้นทดสอบต้องขนานกันตลอดความยาว ความหนาของชิ้นทดสอบต้องมีค่า 1.0 ± 0.2 มิลลิเมตร ในกรณีชิ้นทดสอบรูปท่อ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในต้องไม่เกิน 12.5 มิลลิเมตร และพื้นที่ผิวทั้งหมดของชิ้นทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 5 ตารางเซนติเมตร

(2) สายแบนคู่ที่มีร่องทั้ง 2 ด้านระหว่างแกน ไม่ต้องแยกแกนออกจากกัน แต่ในการคำนวณพื้นที่ส่วนระเหยอาจถือว่าเป็นท่อ 2 ท่อแยกกัน

10.4.3.3 การคำนวณพื้นที่ส่วนระเหย

ให้หาพื้นที่ผิว (A) ของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น เป็นตารางเซนติเมตรก่อนทดสอบ โดยใช้สูตรต่อไปนี้

(1) ชิ้นทดสอบรูปท่อ

พื้นที่ผิว A = พื้นที่ผิวภายนอก + พื้นที่ผิวภายใน + พื้นที่ผิวปลายท่อ

$$A = \frac{2\pi (D - i) \times (L + i)}{100}$$

เมื่อ D คือ ค่าเฉลี่ย ของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

i คือ ค่าเฉลี่ยของความหนาของชิ้นทดสอบเป็นมิลลิเมตร ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

L คือ ความยาวของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

การวัดค่า i และ D ให้ใช้ตามวิธีที่กำหนดในข้อ 10.2.1 และข้อ 10.2.3 ตามลำดับ โดยตัดตรงปลาย ชิ้นทดสอบเป็นแผ่นบาง

อาจใช้สูตรนี้ กับชิ้นทดสอบรูปท่อที่มีภาคตัดขวาง ตามรูปที่ 1 ก.

(2) ชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์ ตามรูปที่ 2

$$A = \frac{1\ 256 + (180i)}{100}$$

เมื่อ i คือ ความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร คำนวณตามข้อ 10.4.1.3(1)

(3) ชิ้นทดสอบรูปดัมบ์เบลล์เล็ก ตามรูปที่ 3

$$A = \frac{624 + (118i)}{100}$$

เมื่อ i คือ ความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร คำนวณตามข้อ 10.4.1.3(1)

10.4.3.4 วิธีทดสอบ

(1) วางชิ้นทดสอบในเดซิกเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลาอย่างน้อย 20 ชั่วโมง ชั่งชิ้นทดสอบทันทีที่นำออกจากเดซิกเคเตอร์ เป็นมิลลิกรัม ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

(2) แขวนชิ้นทดสอบในแนวดิ่ง ให้อยู่บริเวณกลางตู้อบให้แต่ละชิ้นห่างกันอย่างน้อย 20 มิลลิเมตร เป็นเวลา 7 วัน (168 ชั่วโมง) ที่อุณหภูมิ 80 ± 2 องศาเซลเซียส ปริมาตรของชิ้นทดสอบต้องไม่เกินร้อยละ 0.5 ของปริมาตรตู้อบ

(3) เมื่ออบชิ้นทดสอบครบตามเวลาที่กำหนด นำชิ้นทดสอบไปวางในเดซิกเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 ชั่วโมง แล้วชั่งชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น คำนวณความแตกต่าง ระหว่างมวลที่ชั่งได้ในข้อ (1) กับข้อ (3) ของแต่ละชิ้น แล้วปัดเศษเป็นจำนวนมิลลิกรัมที่ใกล้ที่สุด

10.4.3.5 การรายงานผล

ให้รายงานผลเป็นค่ามัธยฐาน ของค่าที่ได้จากการหาอัตราส่วนค่าแตกต่างระหว่างมวลที่ชั่งได้ของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นต่อพื้นที่ผิว A

10.4.4 ความทนต่อการช็อกด้วยความร้อน

10.4.4.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดแกนให้มีความยาวที่เหมาะสมจากตัวอย่างทดสอบ 2 แห่ง แต่ละแห่งห่างกันอย่างน้อย 1 เมตร ถ้ามีสิ่งหุ้มภายนอกแกนให้ถอดออก แล้วนำไปทำชิ้นทดสอบ ดังนี้

(1) แกนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 12.5 มิลลิเมตร ให้ใช้แกนเป็นชิ้นทดสอบ

(2) แกนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 12.5 มิลลิเมตร ให้ผ่าฉนวนตามแนวแกนของสายไฟฟ้าทำเป็นแผ่นมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความหนาแต่ไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร

10.4.4.2 วิธีทดสอบ

พันชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นบนแมนเดรล ให้แน่นเป็นวงชิดกันและยึดปลายชิ้นทดสอบให้อยู่กับที่ ที่อุณหภูมิห้อง เส้นผ่านศูนย์กลางของแมนเดรลและจำนวนรอบที่พันให้ เป็นดังนี้

(1) ชิ้นทดสอบตามข้อ 10.4.4.1(1) ให้เป็นไปตามตารางที่ 20 สำหรับสายแบนคู่ให้ถือว่ามิติแกนสั้นเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นทดสอบ และในการพันชิ้นทดสอบให้แกนสั้นตั้งฉากกับแกนแมนเดรล

ตารางที่ 20 เส้นผ่านศูนย์กลางของแมนเดรลและจำนวนรอบ

(ข้อ 10.4.4.2(1) และข้อ 10.5.4.2(1))

เส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นทดสอบ มิลลิเมตร	เส้นผ่านศูนย์กลางของแมนเดรล มิลลิเมตร	จำนวนรอบ
ไม่เกิน 2.5	5	6
เกิน 2.5 ถึง 4.5	9	6
เกิน 4.5 ถึง 6.5	13	6
เกิน 6.5 ถึง 9.5	19	4
เกิน 9.5 ถึง 12.5	40	2

หมายเหตุ *การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นทดสอบ ให้ใช้แคลลิเปอร์สหรือเครื่องวัดอย่างอื่นที่เหมาะสม*

(2) ชิ้นทดสอบตามข้อ 10.4.4.1(2) ให้เป็นไปตามตารางที่ 21 ในกรณีนี้ ผิวด้านในของชิ้นทดสอบต้องสัมผัสกับแมนเดรล

ตารางที่ 21 เส้นผ่านศูนย์กลางของแมนเดรลและจำนวนรอบ
(ข้อ 10.4.4.2(2) และข้อ 10.5.4.2(2)

ความหนาของชิ้นทดสอบ มิลลิเมตร	เส้นผ่านศูนย์กลางของแมนเดรล มิลลิเมตร	จำนวนรอบ
ไม่เกิน 1	2	
เกิน 1 ถึง 2	4	
เกิน 2 ถึง 3	6	6
เกิน 3 ถึง 4	8	
เกิน 4 ถึง 5	10	

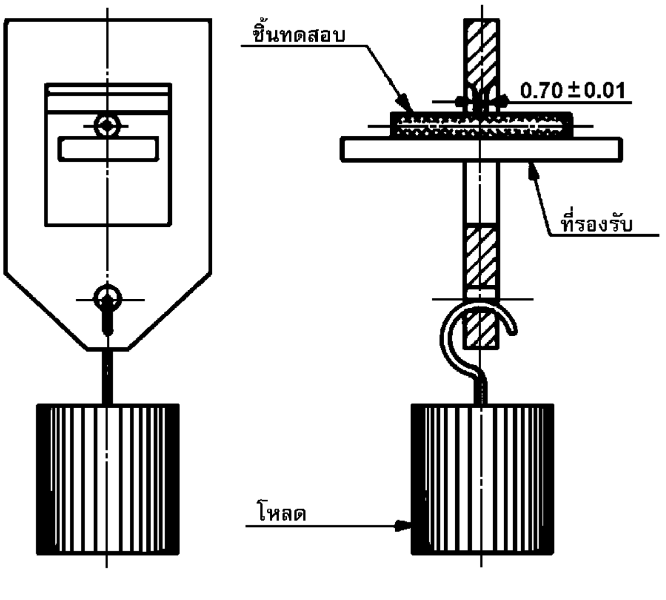
หมายเหตุ *การวัดความหนาของชิ้นทดสอบ ให้ใช้แคลลิเปอร์สหรือเครื่องวัดอย่างอื่นที่เหมาะสม*

นำชิ้นทดสอบซึ่งพันอยู่บนแมนเดรล ไปไว้ในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 150 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำชิ้นทดสอบทั้งที่ยังอยู่บนแมนเดรลมาปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วตรวจพินิจ ชิ้นทดสอบต้องไม่แตกราน

10.4.5 การเปลี่ยนรูปขณะมีแรงกดที่อุณหภูมิสูง

10.4.5.1 เครื่องมือ

เครื่องทดสอบดังแสดงในรูปที่ 4 ประกอบด้วยแผ่นโลหะสี่เหลี่ยมผืนผ้าลักษณะคล้ายใบมีด ขอบหนา 0.70 ± 0.01 มิลลิเมตร ซึ่งใช้กดลงบนชิ้นทดสอบ



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 4 เครื่องทดสอบการเปลี่ยนรูปขณะมีแรงกดที่อุณหภูมิสูง
(ข้อ 10.4.5 และข้อ 10.5.5.3)

10.4.5.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ใช้แกนตัวอย่างที่มีความยาว 250 ถึง 500 มิลลิเมตร เป็นชิ้นทดสอบ 3 ชิ้น แต่ละชิ้นต้องตัดให้ต่อเนื่องกันยาวชิ้นละ 50 ถึง 100 มิลลิเมตร ถ้าเป็นสายแบนคู่ไม่ต้องแยกแกนออกจากกัน

10.4.5.3 วิธีทดสอบ

วางชิ้นทดสอบในลักษณะดังแสดงในรูปที่ 4 ถ้าเป็นสายแบนคู่ ให้วางด้านแบนในแนวราบ หากชิ้นทดสอบมีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก ให้ยึดชิ้นทดสอบเข้ากับที่รองรับในลักษณะที่จะไม่ทำให้ชิ้นทดสอบงอ เมื่อมีแรงกดที่ใบมีดแรงที่กดและใบมีดต้องตั้งฉากกับแกนของชิ้นทดสอบแรงที่ใช้ให้คำนวณจากสูตร

$$F = k \sqrt{2\,Di - i^2}$$

เมื่อ F คือ แรงที่ใช้กดชิ้นทดสอบ เป็นนิวตัน

k คือ ตัวประกอบ

มีค่า 0.6 สำหรับแกนของสายอ่อนหรือแกนของสายไฟฟ้าที่ $D \leq 10$ มิลลิเมตร

มีค่า 0.8 สำหรับแกนของสายไฟฟ้าที่ $D > 10$ มิลลิเมตร

D คือ ค่าเฉลี่ย ของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

i คือ ค่าเฉลี่ยของความหนาฉนวนของชิ้นทดสอบเป็นมิลลิเมตร

ค่า i และ D ให้ใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่ง โดยตัดจากปลายชิ้นทดสอบให้เป็นแผ่นบาง แล้วทดสอบตามวิธีที่กำหนดในข้อ 10.2.1 และข้อ 10.2.3 ตามลำดับ แรงที่ใช้กดบนชิ้นทดสอบที่เป็นสาบแบนคู่ต้องเป็น 2 เท่าของค่าที่คำนวณได้ตามสูตร เมื่อ D คือ ค่าเฉลี่ยของมิติแกนสั้นของชิ้นทดสอบ แรงที่คำนวณได้อาจปัดเศษลงได้ไม่เกินร้อยละ 3

นำเครื่องทดสอบพร้อมด้วยชิ้นทดสอบในลักษณะดังกล่าวข้างต้น ไปอบเป็นเวลา

4 ชั่วโมง สำหรับสายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดไม่เกิน 35 ตารางมิลลิเมตร

6 ชั่วโมง สำหรับสายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัด เกิน 35 ตารางมิลลิเมตร

ในตู้อบที่มีอุณหภูมิ

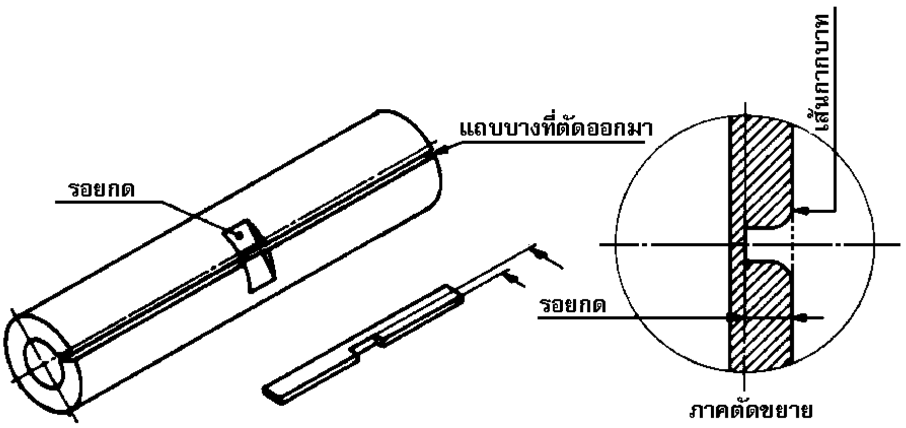
70 ± 2 องศาเซลเซียส สำหรับสายอ่อน

80 ± 2 องศาเซลเซียส สำหรับสายไฟฟ้า

เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดแล้ว ทำให้ชิ้นทดสอบตรงจุดกดเย็นลงขณะยังอยู่ในตู้อบ จนรอยกดคงตัวไม่คืนรูปการทำให้เย็นนี้อาจใช้น้ำหรืออากาศพ่นตรงจุดกด นำชิ้นทดสอบออกจากเครื่องทดสอบแล้วจุ่มชิ้นทดสอบในน้ำเย็น

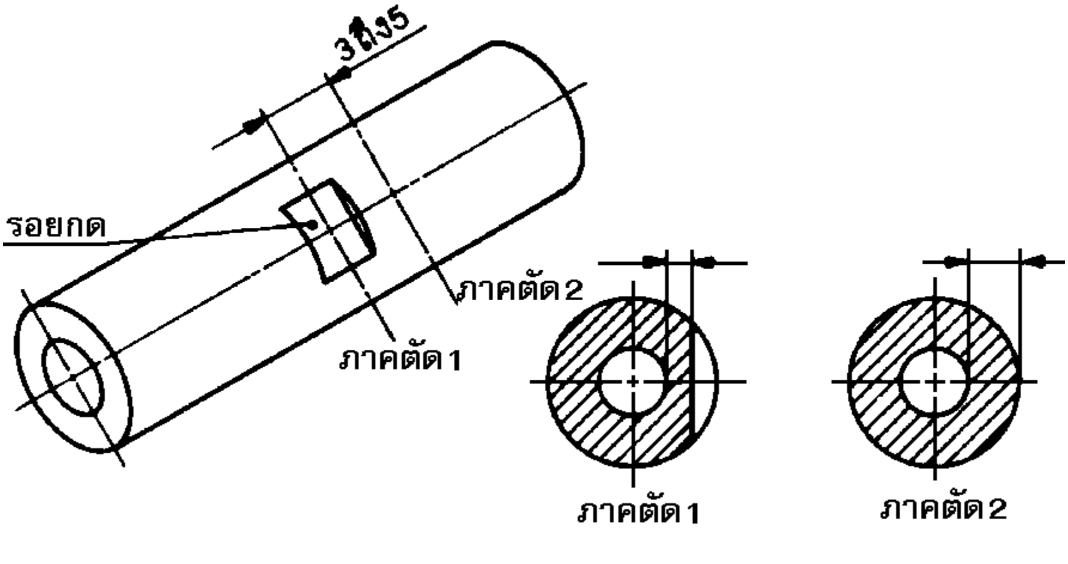
10.4.5.4 การวัดรอยกด

หลังจากจุ่มในน้ำเย็น ให้เตรียมชิ้นทดสอบเพื่อวัดความลึกที่รอยกดทันที โดยดึงตัวนำออกจากชิ้นทดสอบ ส่วนที่เหลือจะมีรูปร่างเป็นท่อ ตัดชิ้นทดสอบเป็นแถบบางตามทิศทางในแนวแกนของชิ้นทดสอบ โดยตัดให้ตั้งฉากกับรอยกด ดังแสดงในรูปที่ 5 วางแถบให้อยู่ในแนวราบบนเครื่องวัดแบบกล้องจุลทรรศน์ หรือแบบเครื่องฉายปรับเส้นกากบาทของกล้องจุลทรรศน์ให้ตรงกับจุดที่ลึกที่สุดของรอยกดและผิวนอกของชิ้นทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 การวัดรอยกด
(ข้อ 10.4.5.4)

ในกรณีชิ้นทดสอบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร ให้ตัดชิ้นทดสอบตามแนวขวาง 2 ครั้ง ตรงจุดที่ลึกที่สุดของรอยกดและจุดที่ใกล้กับรอยกด ดังแสดงในรูปที่ 6 หาความลึกของรอยกด โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ วัดความแตกต่างระหว่างความหนาของฉนวนของชิ้นทดสอบตามภาคตัด 1 และภาคตัด 2 ดังแสดงในรูปที่ 6
ให้วัดเป็นมิลลิเมตร ทศนิยม 2 ตำแหน่ง



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 6 การวัดรอยกดสำหรับชิ้นทดสอบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกไม่เกิน 6 มิลลิเมตร
(ข้อ 10.4.5.4)

10.4.5.5 การรายงานผล

ให้รายงานผลค่ามัธยฐานของความลึก ที่รอยกดของชิ้นทดสอบทั้ง 3 ชิ้น เป็นร้อยละของความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบที่วัดในข้อ 10.4.5.3

10.5 เปลือก

10.5.1 ความต้านแรงดึงและความยืดก่อนเร่งอายุใช้งาน

10.5.1.1 เครื่องมือ

เช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.4.1.1

10.5.1.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างเป็นชิ้นทดสอบ 5 ชิ้น มีรูปร่างเช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.4.1.2 (อีก 5 ชิ้นสำหรับการทดสอบภายหลังเร่งอายุใช้งาน โดยตัดจากบริเวณที่อยู่ติดกัน การทดสอบความต้านแรงดึงก่อนเร่งอายุใช้งานและภายหลังเร่งอายุใช้งาน ให้ทำอย่างต่อเนื่องกันทันที) หากตัวอย่างชำรุดซึ่งเกิดจากความเสียหายทางกล ไม่ให้ทำเป็นชิ้นทดสอบ

ถ้าเปลือกมีสันซึ่งเกิดจากแกนภายใน ให้ผ่าเปลือกตามแนวสัน แล้วขัดหรือตัดผลเนื่องจากสันนั้นให้เรียบ ในการทำชิ้นทดสอบรูปท่อ ให้ถอดส่วนต่าง ๆ ที่อยู่ภายในเปลือกออกให้หมด เช่น แกน วัสดุเสริม และสิ่งห่อหุ้มภายใน

10.5.1.3 การหาพื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบ

ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.4.1.3 แต่การวัดความหนาของเปลือกและเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นทดสอบตามวิธี ก. ให้ปฏิบัติตามข้อ 10.2.2 และข้อ 10.2.3.3 ตามลำดับ สำหรับการวัดความหนาแน่นตามวิธี ข. ให้ใช้ชิ้นตัวอย่างเพิ่มเติมต่างหากจากตัวอย่างเดียวกัน สำหรับชิ้นทดสอบรูปท่อถ้าเปลือกมีสันให้ใช้วิธี ข. เท่านั้น

10.5.1.4 การปรับภาวะของชิ้นทดสอบ

ให้ปฏิบัติตามข้อ 10.4.1.4

10.5.1.5 วิธีทดสอบ

ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.4.1.5

10.5.1.6 การรายงานผล

ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.4.1.6

10.5.2 ความต้านแรงดึงและความยืดภายหลังเร่งอายุใช้งาน

ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.4.2

10.5.3 การสูญเสียของมวล

10.5.3.1 เครื่องมือ

เช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.4.3.1

10.5.3.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ถอดแกนหรือวัสดุอื่น (ถ้ามี) ทั้งภายในและภายนอกเปลือกออกจากชิ้นตัวอย่าง โดยไม่ให้เปลือกเป็นรอยหรือชำรุด แล้วทำเป็นชิ้นทดสอบเช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.4.3.2

10.5.3.3 การคำนวณพื้นที่ส่วนระเหย

ให้คำนวณพื้นที่ผิวของส่วนระเหย ตามที่กำหนดในข้อ 10.4.3.3 เมื่อชิ้นทดสอบรูปท่อมีภาคตัดขวาง รูปที่ 1 ข. และรูปที่ 1 ง. พื้นที่ผิวภายในและพื้นที่ผิวภายนอกของเปลือกส่วนระเหยของสายแบนแกนคู่ ให้คำนวณจากมิติของภาคตัดขวางของเปลือก มิตินี้วัดเป็นมิลลิเมตร ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ด้านในของเปลือกของสายแบนแกนคู่ที่มีสันเป็นรูปลิ่ม อาจถือว่าแบนราบ

10.5.3.4 วิธีทดสอบ

ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.4.3.4

10.5.3.5 การรายงานผล

ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.4.3.5

10.5.4 ความทนต่อการช็อกด้วยความร้อน

10.5.4.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดสายไฟฟ้าที่มีเปลือกให้มีความยาวที่เหมาะสม จากตัวอย่างทดสอบ 2 แห่ง ห่างกันอย่างน้อย 1 เมตร ถ้ามีสิ่งหุ้มภายนอกให้ถอดออก แล้วนำไปทำชิ้นทดสอบ ดังนี้

(1) สายไฟฟ้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 12.5 มิลลิเมตร ให้ใช้สายไฟฟ้าเป็นชิ้นทดสอบ

(2) สายไฟฟ้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 12.5 มิลลิเมตร ให้ผ่าเปลือกตามแกนของสายไฟฟ้าทำเป็นแผ่นมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความหนาแต่ไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร

(3) ในกรณีสายแบน ถ้ามิติแกนสั้นของสายไม่เกิน 12.5 มิลลิเมตร ให้ใช้สายเป็นชิ้นทดสอบ ถ้ามิติแกนสั้นของสายเกิน 12.5 มิลลิเมตร ให้ทำเป็นชิ้นทดสอบเช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ (2)

10.5.4.2 วิธีทดสอบ

พันชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นบนแมนเดรล ให้แน่นเป็นวงชิดกันและยึดปลายชิ้นทดสอบให้อยู่กับที่ ที่อุณหภูมิห้อง เส้นผ่านศูนย์กลางของแมนเดรลและจำนวนรอบที่พันให้ เป็นดังนี้

(1) ชิ้นทดสอบตามข้อ 10.5.4.1 (1) และข้อ 10.5.4.1(3) ให้เป็นไปตามตารางที่ 20

(2) ชิ้นทดสอบตามข้อ 10.5.4.1 (2) และข้อ 10.5.4.1 (3) ซึ่งมาจากสายแบนกว้างเกิน 12.5 มิลลิเมตร ให้เป็นไปตามตารางที่ 21

นำชิ้นทดสอบซึ่งพันอยู่บนแมนเดรล ไปไว้ในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 150 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำชิ้นทดสอบทั้งที่ยังอยู่บนแมนเดรลมาปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วตรวจพินิจ ชิ้นทดสอบต้องไม่แตกราน

10.5.5 การเปลี่ยนรูปขณะมีแรงกดที่อุณหภูมิสูง

10.5.5.1 เครื่องมือ

เช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.4.5.1

10.5.5.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ถอดสิ่งหุ้มเปลือกและส่วนภายในที่อยู่ใต้เปลือก เช่น แกน วัสดุเสริม ออกจากตัวอย่างที่มีความยาว 250 ถึง 500 มิลลิเมตร แล้วตัดเป็นชิ้นตัวอย่าง 3 ชิ้น แต่ละชิ้นต้องตัดให้ต่อเนื่องกัน ยาวชิ้นละ 50 ถึง 100 มิลลิเมตร (ให้ใช้ตัวอย่างยาวขึ้นในกรณีที่สายไฟฟ้ามีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ขึ้น)

ถ้าเปลือกไม่มีสัน ให้ทำชิ้นทดสอบโดยตัดชิ้นตัวอย่างตามแนวแกนของสายไฟฟ้า เป็นแผ่นยาวซึ่งกว้างประมาณหนึ่งในสามของเส้นรอบวง

ถ้าเปลือกมีสันซึ่งเกิดจากแกน ให้ทำชิ้นทดสอบโดยตัดชิ้นตัวอย่างตามแนวของสัน และอย่างน้อยให้มีร่องหนึ่งระหว่างสันอยู่ในแนวกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยประมาณ

10.5.5.3 วิธีทดสอบ

วางชิ้นทดสอบในลักษณะดังแสดงในรูปที่ 4 โดยรองชิ้นทดสอบด้วยท่อหรือแท่งโลหะกลม ซึ่งอาจผ่าครึ่งในแนวแกนเพื่อให้เป็นที่รองที่มั่นคง มีรัศมีประมาณครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของชิ้นทดสอบ

การจัดเครื่องทดสอบ ชิ้นทดสอบ และที่รองชิ้นทดสอบต้องทำให้ใบมีดกดตรงผิวภายนอกของชิ้นทดสอบ แรงที่กดและใบมีด ต้องตั้งฉากกับแกนของที่รองชิ้นทดสอบแรงที่ใช้ให้คำนวณจากสูตร

$$F = k \sqrt{2\,Di - i^2}$$

เมื่อ F คือ แรงที่ใช้กดชิ้นทดสอบ เป็นนิวตัน

k คือ ตัวประกอบ

มีค่า 0.6 สำหรับสายอ่อน หรือสายไฟฟ้าที่ $D \leq 10$ มิลลิเมตร

มีค่า 0.8 สำหรับสายไฟฟ้าที่ $D > 10$ มิลลิเมตร

D คือ ค่าเฉลี่ย ของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของชิ้นทดสอบ สำหรับสายแบนคือมิติแกนสั้นเป็นมิลลิเมตร

i คือ ค่าเฉลี่ยของความหนาเปลือก ของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

ค่า i และ D ให้ใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่ง โดยวัดตามวิธีที่กำหนดในข้อ 10.2.2 และข้อ 10.2.3 ตามลำดับ

แรงที่คำนวณได้อาจปัดเศษลงได้ไม่เกินร้อยละ 3

นำเครื่องทดสอบพร้อมด้วยชิ้นทดสอบในลักษณะดังกล่าวข้างต้น ไปอบเป็นเวลา

4 ชั่วโมง สำหรับชิ้นทดสอบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกไม่เกิน 12.5 มิลลิเมตร

6 ชั่วโมง สำหรับชิ้นทดสอบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเกิน 12.5 มิลลิเมตร

ในตู้อบที่มีอุณหภูมิ

70 ± 2 องศาเซลเซียส สำหรับสายอ่อน

80 ± 2 องศาเซลเซียส สำหรับสายไฟฟ้า

เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดแล้ว ทำให้ชิ้นทดสอบตรงจุดกดเย็นลงขณะยังอยู่ในตู้อบ จนรอยกดคงตัวไม่คืนรูปการทำให้เย็นนี้อาจใช้น้ำหรืออากาศพ่นตรงจุดกด นำชิ้นทดสอบออกจากเครื่องทดสอบแล้วจุ่มชิ้นทดสอบในน้ำเย็น

10.5.5.4 การวัดรอยกด

ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับวิธีที่กำหนดในข้อ 10.4.5.4

10.5.5.5 การรายงานผล

ให้รายงานผลค่ามัธยฐานของความลึก ที่รอยกดของชิ้นทดสอบทั้ง 3 ชิ้น เป็นร้อยละของความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบที่วัดในข้อ 10.5.5.3

10.6 สายไฟฟ้า

10.6.1 ความต้านทานของตัวนำ

วัดความต้านทานของตัวนำแต่ละแกนจากตัวอย่างสายไฟฟ้าที่มีความยาวอย่างน้อย 1 เมตร และให้คำนวณความต้านทานของตัวนำต่อ 1 กิโลเมตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จากสูตร

$$R_{20} = R_t \frac{254.5}{234.5 + t} \times \frac{1\ 000}{L}$$

เมื่อ R_{20} คือ ความต้านทานของตัวนำ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นโอห์มต่อกิโลเมตร

R_t คือ ความต้านทานของสายไฟฟ้ายาว L เมตร ที่อุณหภูมิ t เป็นโอห์ม

t คือ อุณหภูมิของตัวอย่างสายไฟฟ้าขณะที่วัด เป็นองศาเซลเซียส

L คือ ความยาวของตัวอย่างสายไฟฟ้า เป็นเมตร (มิใช่ความยาวของแต่ละแกนหรือเส้นลวด)

10.6.2 ความทนทางไฟฟ้าของสายไฟฟ้า

10.6.2.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ใช้ตัวอย่างสายไฟฟ้าเป็นชิ้นทดสอบ 1 ชิ้น ยาวอย่างน้อย 10 เมตร

10.6.2.2 วิธีทดสอบ

แช่ชิ้นทดสอบในน้ำที่อุณหภูมิ 20 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง โดยให้ปลายชิ้นทดสอบทั้ง 2 ข้างโผล่พ้นผิวน้ำขึ้นมาประมาณข้างละ 250 มิลลิเมตร จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ 50 แฮรตซ์ ระหว่างตัวนำแต่ละแกนกับตัวนำที่เหลือทั้งหมดซึ่งต่อเข้าด้วยกัน ระหว่างตัวนำแต่ละแกนกับน้ำ และระหว่างตัวนำทั้งหมดซึ่งต่อเข้าด้วยกันกับน้ำ แรงดันไฟฟ้าทดสอบมีค่าดังนี้

2 000 โวลต์	สำหรับสายไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 300 โวลต์
2 500 โวลต์	สำหรับสายไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด 750 โวลต์
1 500 โวลต์	สำหรับสายดิน

คงค่าแรงดันไฟฟ้าทดสอบไว้เป็นเวลา 5 นาที ระหว่างทดสอบสายไฟฟ้าต้องไม่เสียสภาพพลันหรือวาบไฟตามผิว

10.6.3 ความทนทางไฟฟ้าของแกน

10.6.3.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างสายไฟฟ้าให้มีความยาวประมาณ 5 เมตร ปอกเปลือก สิ่งหุ้ม หรือวัสดุเสริมออกโดยไม่ทำให้แกนเสียหาย

ในกรณีสายแบนคู่ ให้ผ่าระหว่างแกน แล้วใช้มือแยกแกนออกจากกันยาวประมาณ 2 เมตร

10.6.3.2 วิธีทดสอบ

ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กำหนดในข้อ 10.6.2.2 แต่จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับระหว่างตัวนำกับน้ำ ระหว่างทดสอบแกนต้องไม่เสียสภาพฉับพลันหรือวาบไฟตามผิว

10.6.4 ความต้านทานของฉนวน

10.6.4.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ใช้แกนเป็นชิ้นทดสอบยาวประมาณ 5 เมตร จากชิ้นทดสอบที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 10.6.3 หากเป็นไปไม่ได้ให้ใช้ตามข้อ 10.6.2

10.6.4.2 วิธีทดสอบ

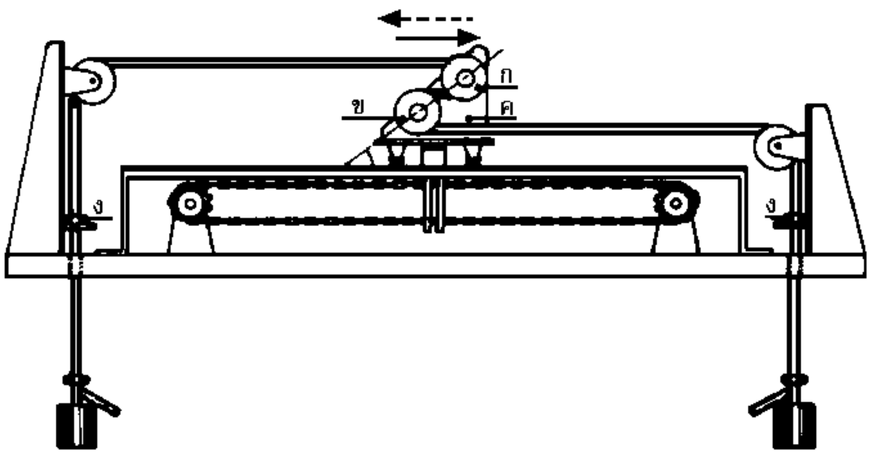
แช่ชิ้นทดสอบในน้ำที่มีอุณหภูมิ 70 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง โดยให้ปลายชิ้นทดสอบทั้ง 2 ข้างโผล่พ้นผิวน้ำขึ้นมาประมาณข้างละ 250 มิลลิเมตร จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่มีค่าระหว่าง 80 กับ 500 โวลต์ ระหว่างตัวนำกับน้ำ หลังจากผ่านแรงดันไฟฟ้า 1 นาที วัดค่าความต้านทานของฉนวน

10.6.5 ความโค้งงอของสายอ่อน

ใช้ทดสอบเฉพาะสายอ่อน ที่ตัวนำแต่ละแกนมีขนาดไม่เกิน 2.5 ตารางมิลลิเมตร และมีจำนวนแกนไม่เกิน 4 แกน (ไม่รวมสายดิน)

10.6.5.1 เครื่องมือ

เครื่องทดสอบดังแสดงในรูปที่ 7 ประกอบด้วยส่วนเคลื่อนที่ ค ซึ่งมีรอก 2 อัน คือ ก และ ข จัดวางในตำแหน่งที่ทำให้สายไฟฟ้า อยู่ในแนวระดับระหว่างรอกทั้งสอง ส่วนเคลื่อนที่ ค สามารถเคลื่อนไปมาระหว่างระยะทาง 1 เมตรด้วยความเร็วคงที่ประมาณ 0.33 เมตรต่อวินาที



รูปที่ 7 เครื่องทดสอบความโค้งงอของสายอ่อน
(ข้อ 10.6.5)

10.6.5.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ใช้ตัวอย่างสายอ่อนเป็นชิ้นทดสอบ 1 ชิ้น ยาวประมาณ 5 เมตร

10.6.5.3 วิธีทดสอบ

ขึงชิ้นทดสอบพาดบนรอกดังแสดงในรูปที่ 7 แขวนน้ำหนักที่ปลายแต่ละข้าง น้ำหนักทดสอบและเส้นผ่านศูนย์กลางของรอกให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 น้ำหนักทดสอบและเส้นผ่านศูนย์กลางของรอก
(ข้อ 10.6.5.3)

ชนิดของสายอ่อน	น้ำหนักทดสอบ กิโลกรัม	เส้นผ่านศูนย์กลางของรอก มิลลิเมตร
1. สายแบนคู่และสายอ่อน	1.0	60
2. สายอ่อนมีเปลือกที่มีพื้นที่หน้าตัดระบุ		
– ไม่เกิน 1 ตารางมิลลิเมตร	1.0	80
– 1.5 และ 2.5 ตารางมิลลิเมตร	1.5	120

ในการทดสอบสายอ่อนกลมให้ใช้รอกที่มีร่องครึ่งวงกลมและในการทดสอบสายแบนคู่ให้ใช้รอกที่มีร่องแบน ตรึงที่จับ ง ติดกับสายไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 7 เพื่อให้แรงดึงเกิดจากตุ้มน้ำหนักที่อยู่ตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่เท่านั้น

จ่ายกระแสไฟฟ้าประมาณ 1 แอมแปร์ต่อตารางมิลลิเมตร ให้กับตัวนำแต่ละเส้น

ในกรณีสายอ่อน 2 แกน และสายอ่อน 3 แกนมีเปลือกให้ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ในกรณีสายอ่อนชนิดอื่นที่มี 3 แกนขึ้นไป ให้ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 380 โวลต์ ป้อนเข้ากับแกนทั้ง 3 ถ้ามีแกนที่เกินจากการที่ 3 ให้ต่อเข้ากับสายกลาง

10.6.6 ความติดแน่นระหว่างแกนของสายแบนคู่

10.6.6.1 เครื่องมือ

เครื่องทดสอบความต้านแรงดึงที่มีอัตราการดึงประมาณ 50 มิลลิเมตรต่อวินาที

10.6.6.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ใช้สายแบนคู่เป็นชิ้นทดสอบ 1 ชิ้น ยาวพอประมาณ

10.6.6.3 วิธีทดสอบ

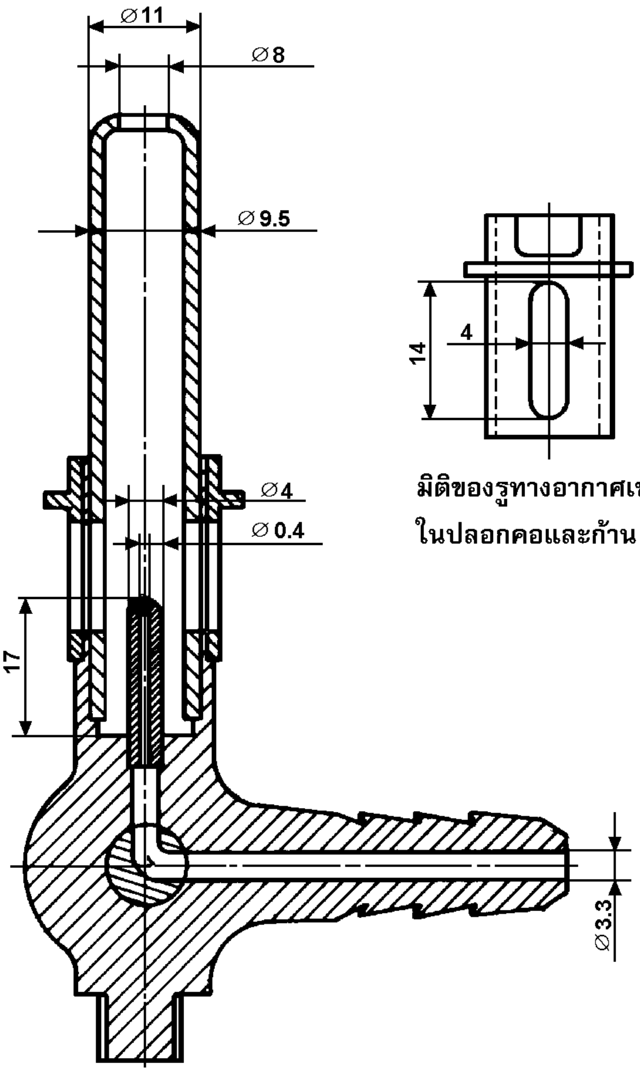
ผ่าชิ้นทดสอบระหว่างแกน แล้วแยกแกนออกจากกันให้มีระยะพอที่จะให้เครื่องทดสอบ จับปลายที่แยกจากกันได้ใช้แรงดึงทดสอบจนขาดออกจากกัน บันทึกค่าแรงดึงที่ใช้

10.6.7 ความต้านทานการลุกไหม้

10.6.7.1 เครื่องมือ

(1) ตะเกียงก๊าซ

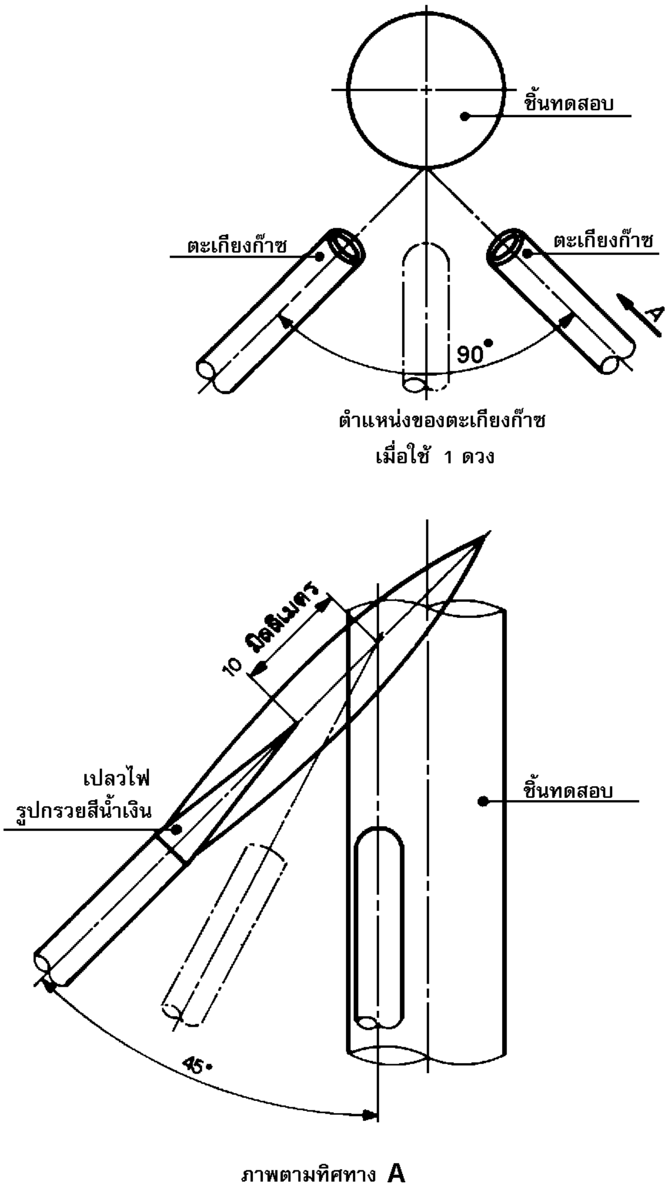
ให้ใช้ตะเกียงก๊าซซึ่งสามารถปรับก๊าซให้เปลวไฟสูงประมาณ 175 มิลลิเมตร และให้เปลวไฟรูปกรวยสีน้ำเงินสูงประมาณ 55 มิลลิเมตร และมีคุณลักษณะตามข้อ 10.7.6.2 ตัวอย่างตะเกียงก๊าซที่เหมาะสมแสดงไว้ในรูปที่ 8



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 8 ตัวอย่างตะเกียงก๊าซ (ภาคตัด)
(ข้อ 10.6.7.1(1))

ถ้าชิ้นทดสอบมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 50 มิลลิเมตร ให้ใช้ตะเกียง 1 ดวงวางในตำแหน่งดังแสดงในรูปที่ 9
ถ้าชิ้นทดสอบมีเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 50 มิลลิเมตร ให้ใช้ตะเกียง 2 ดวงวางในตำแหน่งดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 การจัดวางตะเกียงก๊าซ

(ข้อ 10.6.7.1(1))

10.6.7.2 การตรวจสอบการทำงานของตะเกียง

วางตะเกียงโดยให้แกนของตะเกียงอยู่ในแนวดิ่ง ใช้ลวดทองแดงเปลือยที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 ± 0.025 มิลลิเมตร และมีความยาวพ้นที่จับไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ปลายอีกข้างหนึ่งแหย่เข้าไปในเปลวไฟ ตามแนวระนาบ ที่ระยะเหนือส่วนบนของเปลวไฟรูปกรวยสีน้ำเงิน 10 มิลลิเมตร จนปลายลวดอยู่เหนือขอบตะเกียงด้านที่ไกลจากที่จับลวด เวลาที่ทำให้ลวดหลอมต้องไม่เกิน 6 วินาที และไม่น้อยกว่า 4 วินาที

10.6.7.3 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ใช้ตัวอย่างสายไฟฟ้าเป็นชิ้นทดสอบ 1 ชิ้น ยาว 600 ± 25 มิลลิเมตร

10.6.7.4 วิธีทดสอบ

จับยึดปลายชิ้นทดสอบทั้ง 2 ข้างในแนวดิ่ง ให้อยู่กึ่งกลางของที่กำบังซึ่งทำด้วยโลหะ มีมิติของด้านทั้งสามเป็นดังนี้ สูง 1 200 ± 25 มิลลิเมตร กว้าง 300 ± 25 มิลลิเมตร และลึก 450 ± 25 มิลลิเมตร โดยเปิดด้านหน้าและปิดด้านบนกับด้านล่าง ด้านล่างต้องเป็นอโลหะ ที่จับยึดต้องมีความกว้างประมาณ 25 มิลลิเมตร และจัดให้ระยะระหว่างส่วนบนของที่จับยึดตัวล่างกับส่วนล่างของที่จับยึดตัวบนห่างกัน 550 ± 25 มิลลิเมตร การทดสอบให้ทำในที่ที่ไม่มีลม จัดชิ้นทดสอบให้ส่วนล่างของชิ้นทดสอบอยู่เหนือด้านล่างของที่กำบังประมาณ 50 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 10 วางตะเกียงให้แกนของตะเกียงทำมุม 45 องศากับแกนของชิ้นทดสอบ โดยให้เปลวไฟรูปกรวยสีน้ำเงินอยู่ห่างจากผิวของชิ้นทดสอบประมาณ 10 มิลลิเมตร วัดตามแนวแกนของเปลวไฟ และอยู่ต่ำกว่าส่วนล่างของที่จับยึดตัวบน 475 มิลลิเมตร

ให้ใช้เปลวไฟทดสอบอย่างต่อเนื่อง เวลาที่ใช้ทดสอบ

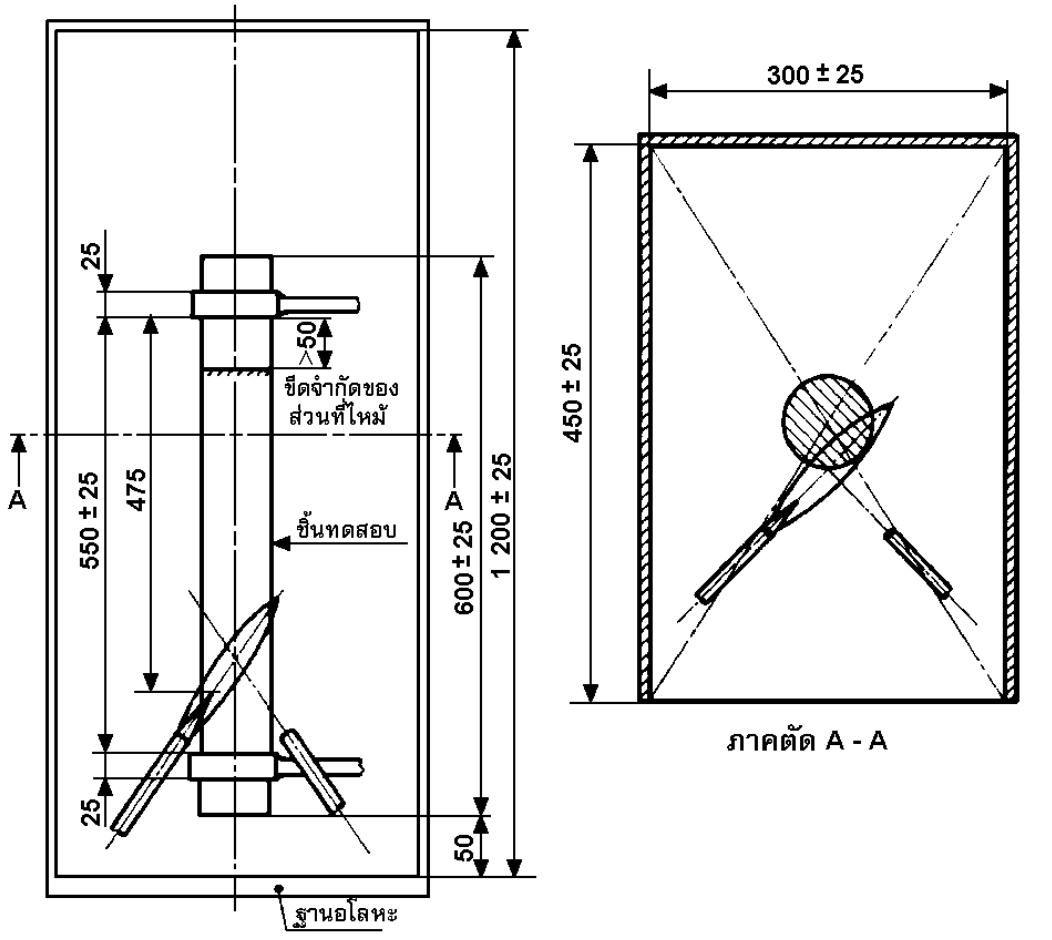
คำนวณได้จากสูตร

$$t = 60 + \frac{m}{25}$$

เมื่อ t คือ เวลาที่ใช้ติดต่อกัน เป็นวินาที

m คือ มวลของชิ้นทดสอบ คิดจากความยาว 600 มิลลิเมตร เป็นกรัม

หลังจากไฟดับเองแล้ว เช็ดให้สะอาดเพื่อตรวจดูส่วนที่ไหม้



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 10 การจัดวางชิ้นทดสอบในที่กำบัง
(ข้อ 10.6.7.4)

ภาคผนวก ก.
การคำนวณความต้านทานของฉนวน
(ข้อ 4.1)

ค่าความต้านทานของฉนวนที่กำหนดในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 17 ใช้ความต้านทานทางปริมาตร 1×10^8 โอห์มเมตร โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$R = 0.036\,7 \log \frac{D}{d}$$

เมื่อ R คือ ความต้านทานของฉนวน เป็นเมกะโอห์มกิโลเมตร
D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกระบุของฉนวน เป็นมิลลิเมตร
d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมที่ล้อมรอบตัวนำ เป็นมิลลิเมตร

ภาคผนวก ข.

การคำนวณหาความหนาแน่นโดยวิธีพิกโนมิเตอร์

(ข้อ 10.4.1.3)

ข.1 เครื่องมือ

ข.1.1 เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัม

ข.1.2 ที่จับยึดพิกโนมิเตอร์

ข.1.3 พิกโนมิเตอร์ที่มีความจุ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข.1.4 อ่างของเหลวที่ควบคุมอุณหภูมิได้

ข.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างฉนวนหรือเปลือกเป็นชิ้นเล็กเพื่อทำเป็นชิ้นทดสอบมีมวลไม่น้อยกว่า 1 กรัม แต่ไม่เกิน 5 กรัม ถ้าฉนวนหรือเปลือกเป็นรูปท่อให้ผ่าตามยาวเป็น 2 ซีกหรือมากกว่า เพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศภายใน

ข.3 การปรับภาวะของชิ้นทดสอบ

เก็บชิ้นทดสอบไว้ที่อุณหภูมิโดยรอบ 23 ± 2 องศาเซลเซียส

ข.4 วิธีทดสอบ

ทำความสะอาดพิกโนมิเตอร์ ปล่อยให้แห้งแล้วชั่ง ใส่ชิ้นทดสอบปริมาณที่เหมาะสมลงในพิกโนมิเตอร์แล้วชั่ง เทแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ร้อยละ 96 ลงในพิกโนมิเตอร์ให้ท่วมชิ้นทดสอบและไล่อากาศออกจากชิ้นทดสอบโดยอาจทำให้พิกโนมิเตอร์เป็นสูญญากาศด้วยการใส่ไว้ในเดซิกเคเตอร์ นำพิกโนมิเตอร์ออกจากเดซิกเคเตอร์ เติมแอลกอฮอล์ลงในพิกโนมิเตอร์จนเต็ม แล้วนำไปแช่ในอ่างของเหลวโดยทำให้อุณหภูมิของแอลกอฮอล์มีค่า 23 ± 0.5 องศาเซลเซียส นำพิกโนมิเตอร์ขึ้นจากอ่างของเหลว เช็ดให้แห้ง แล้วชั่งทำความสะอาดพิกโนมิเตอร์ แล้วใส่แอลกอฮอล์จนเต็ม ไล่อากาศออกแล้วชั่ง

ข.5 วิธีคำนวณ

ความหนาแน่นที่ 23 องศาเซลเซียส กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

$$= \frac{m}{m_1 - m_2} \times 0.798\ 8$$

เมื่อ m คือ มวลของชิ้นทดสอบ เป็นกรัม

m_1 คือ มวลของแอลกอฮอล์บรรจุเต็มพิกโนมิเตอร์ เป็นกรัม

m_2 คือ มวลของแอลกอฮอล์บรรจุเต็มพิกโนมิเตอร์ เมื่อมีชิ้นทดสอบบรรจุอยู่ด้วย เป็นกรัม

0.798 8 คือ ความหนาแน่นของแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ ร้อยละ 96 ที่ 23 องศาเซลเซียส เป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร